

2024 수능
대비



story

Xistory stands for extra intensive story for
an entrance examination for a university.
수능 기출문제 행



지구과학 I

- ▲ 최신 7개년 수능, 모평, 학평 기출문제 수록
- ▲ 쉽고 자세한 개념 정리 + 깨알 개념 체크 문제
- ▲ **1등급, 2등급 퀄리 문제 특강 + 단계별 해설**
- ▲ 최신 연도별 모의고사 10회 제공
- ▲ 문제 분석, 선택지 분석, 주의, 함정, 꿀팁, 입체 첨삭 해설
- ▲ 단원별 핵심 문제 + 중요 문제
동영상 강의 QR코드
- ▲ [특별부록] **수험장 극비 노트**



강남구청
인터넷 수능방송
강의교재

수능
준비
마감



김가원

고려대 생명공학부 2022년 입학
경기 한민고 졸

Xi story Honors
[노력상 수상]



“대기와 해양은 자료를 혼동 없이 해석하고, 우주는 정확하게 계산하는 연습이 필요해!”

■ 지구과학 I 은 개념 먼저 확실하게 암기하자!

지구과학 I 은 암기해야 할 개념이 많고 개념을 확장해서 풀어야 하는 문제가 많이 출제되기 때문에 개념을 확실히 암기하고 있어야 해.

나는 개념 강의를 먼저 들은 후에 생각나는 내용을 백지에 적었어. 그리고 나서 교재의 개념 부분을 정독하고, 기억이 나지 않아 쓰지 못한 내용들은 파란색 볼펜으로 채워 넣었지. 이렇게 정리한 개념은 다른 공부를 하다가 집중력이 떨어지거나 이동 중일 때 잠깐씩 확인했어. 특히 파란색으로 쓴 내용을 집중해서 암기할 수 있어서 편리했어.

■ 중요한 자료는 그림 자체를 암기하자!

기출 문제를 많이 풀어보는 것은 시험을 준비할 때 정말 중요한 과정이야. 하지만 단순히 문제를 풀기만 하는 것이 아니라 나에게 필요한 것들을 효과적으로 챙길 수 있어야 해.

나는 시간이 지나면 지워지는 볼펜을 사서 교재를 총 4번 풀었어. 자이스토리 교재는 해설에도 문제가 함께 수록되어 있고, 개정된 교육 과정에 맞게 수능 시험 범위에 해당하는 기출 문제만 골라서 수록되어 있어서 공부를 할 때 유용했어.

1회독을 할 때는 틀린 문제만 번호 옆에 표시하고, 문제를 풀면서 깨달은 점이나 개념서에 적혀있지 않지만 문제를 풀 때 이용되는 개념들은 해설편에 메모해두었지. 2회독을 할 때는 문제를 처음부터 끝까지 빠르게 풀고 틀린 문제를 한번 더 표시했어. 3회독 때는 교재에 표시한 틀렸던 문제를 다시 풀고, 해설을 읽으며 부족한 단원을 다시 공부했어. 특히 다양한 자료를 해석하는 것이 중요하다는 것을 깨닫고, 교재의 개념 부분과 문제 부분에서 그림 자료만 골라서 해석하는 연습도 했어. 중요한 자료는 그림 자체를 암기하기도 했지. 4회독 때는 해설서에 있는 첨언과 해설, 개념 정리 부분을 꼼꼼히 확인했고, 내가 이전에 문제를 풀며 기록한 메모를 다시 읽어보며 교재를 전체적으로 복습했어. 마지막으로 수능을 보기 전에는 헷갈리거나 잘 외워지지 않던 개념, 시험 보기 전 명심해야 할 내용 등을 노트에 정리해서 복습을 철저히 했어.

■ 단원별로 출제되는 문제의 특징을 정리해두자!

지구과학 I 은 단원별로 출제되는 문제의 특징이 다르기 때문에 문제를 풀 때 집중해야 하는 포인트도 달라. 그래서 각종 내용을 단원 순서로 정리해 두는 것이 좋아.

1단원 고체 지구는 개념을 정확히 암기하는 것이 가장 중요해. 어떤 자료가 나오더라도 일관적으로 해석하고 빠르게 연관 개념을 떠올려서 문제를 풀어야 하지. 2단원 대기와 해양은 제시하는 자료의 종류에 따른 문제 풀이 방식이 거의 정형화되어있기 때문에 자료에 나타난 상황을 혼동 없이 해석하는 것이 중요해. 3단원 우주는 주어진 자료에 따라 적절한 계산식을 떠올리고, 정확하게 계산할 수 있어야 해. 나는 바인더 노트를 사서 내용을 정리했는데, 노트가 구역별로 나눠져 있어 단원 순서로 내용을 정리하기가 편했어.

■ 당황하지 말고 침착하게, 공부했던 대로!

2022학년도 수능 지구과학 I 은 전년도 시험보다 훨씬 어렵게 출제되었어. 나도 시험장에서 지구과학 시험지를 처음 마주했을 때 정말 당황했지. 하지만 지금까지 기출 문제를 많이 풀어보았고, 개념도 철저히 공부했기 때문에 시험 문제가 객관적으로 어렵다고 인지할 수 있었어. 그래서 시험 문제가 나뿐만 아니라 모두에게 어렵게 느껴질 것이라고 스스로를 다독이면서 침착하게 문제를 풀고 검토했고, 그 결과로 좋은 성적을 받을 수 있었어.

수능날 문제가 어렵게 출제된다면 당황해서 평소 실력만큼 문제를 잘 풀지 못할 수 있어. 또는 같은 문제라도 수능이 주는 부담감 때문에 당황한다면 평소보다 문제가 어렵게 느껴질 수도 있어. 하지만 기출 문제를 열심히 풀고, 개념을 머리에 잘 정리해두었다면 충분히 좋은 결과를 거둘 수 있어. 그러니까 침착하게, 잘 집중해서 한 문제도 놓치지 않기를 바랄게!



My Story Xi Story [지구과학 I]



내신+수능 1등급 완성 학습 계획표 [30일]

Day	문항 번호	틀린 문제 / 헷갈리는 문제 번호 적기	날짜	복습 날짜
1	A 01~29		월 일	월 일
2	B 01~23		월 일	월 일
3	C 01~28		월 일	월 일
4	C 29~70		월 일	월 일
5	D 01~24		월 일	월 일
6	D 25~E 04		월 일	월 일
7	E 05~40		월 일	월 일
8	F 01~18		월 일	월 일
9	G 01~35		월 일	월 일
10	H 01~28		월 일	월 일
11	I 01~32		월 일	월 일
12	I 33~J 16		월 일	월 일
13	J 17~44		월 일	월 일
14	J 45~K 22		월 일	월 일
15	K 23~L 20		월 일	월 일
16	L 21~58		월 일	월 일
17	M 01~36		월 일	월 일
18	M 37~N 08		월 일	월 일
19	N 09~47		월 일	월 일
20	N 48~80		월 일	월 일
21	O 01~32		월 일	월 일
22	O 33~P 08		월 일	월 일
23	P 09~44		월 일	월 일
24	Q 01~41		월 일	월 일
25	Q 42~74		월 일	월 일
26	R 01~S 13		월 일	월 일
27	S 14~S 48		월 일	월 일
28	모의고사 1~4회		월 일	월 일
29	모의고사 5~7회		월 일	월 일
30	모의고사 8~10회		월 일	월 일



• 나는 _____ 대학교 _____ 학과 _____ 학번이 된다.

• 磨斧作針 (마부작침) – 도끼를 갈아 바늘을 만든다. (아무리 어려운 일이라도 끈기 있게 노력하면 이를 수 있음을 비유하는 말)

집필진 · 감수진 선생님들



● 자이스토리는 수능 준비를 가장 효과적으로 할 수 있도록 수능, 평가원, 학력평가 기출문제를 개념별, 유형별, 난이도별로 수록하였으며, 명강의로 소문난 학교·학원 선생님들께서 명쾌한 해설을 입체 첨삭으로 집필하였습니다.

[집필진]

강인모 안양(전) 부흥고 교사
김광수 서울 서울여고 교사

김연귀 서울 혜원여고 교사
조광희 서울 재현고 교사

중요·핵심 문제 동영상 강의

자이스토리 유튜브 채널 **최윤옥**



[감수진]

강유돈 부산 패스아카데미재수학원
고태성 광주 대한영재 미래교육
권혜령 서울 명지고등학교
김기환 서울 늘푸른수학원 송파캠퍼스
김병수 고양 SP과학 학원
김봉주 천안 천안신당고등학교
김소민 청주 한국교원대부설고등학교
김소윤 전주 오늘도 신이나
김용현 전주 전주대학교사범대학부설고등학교
김원채 구리 구리여자고등학교
김장한 부산 영재청어림학원
김정훈 광주 고려고등학교
김희정 부산 부산중앙고등학교
나종민 파주 한민고등학교
남홍우 포천 선두이엔아이보습학원
문명 고양 문명의STEM 학원
박기만 광주 대성여자고등학교
박민규 광주 문명의STEM 학원
박병철 고양 EBS 강사
박성원 서울 메가스터디 학원
박은선 부산 하이스트특목관

박은호 광주 광주 숭일고등학교
박정수 인천 UGA SCIENCE
배병용 창원 마산여자고등학교
서준한 서울 대치 스터디브릭스
송영찬 용인 청덕고등학교
송지현 서울 고구마학원
신지완 창원 마산무학여자고등학교
신효일 울산 교당 학원
양현 서울 강남대성학원
윤수지 평택 평택고등학교
이석민 화성 신수연 수학과학 전문학원
이슬기 화성 반송고등학교
이용성 서울 서울문영여자고등학교
이정인 고양 정인 과학
이지숙 대구 송원학원
이지영 서울 풍문고등학교
이태송 광주 조선대학교 여자고등학교
이호균 서울 중산고등학교
임정배 구미 폐르마 학원
장찬국 울산 교당 학원

전찬욱 대구 나인쌤수학과학학원
전해슬 청주 오송고등학교
정건석 대전 제일학원
정다운 전주 유일여자고등학교
정치송 울산 동지 수학과학전문 학원
정한영 청주 청주대성고등학교
정현 고양 SP과학 학원
조명진 구미 쪼아과학학원
조선희 광명 충현고등학교
조성복 양주 한샘학원
조은숙 전주 전주고등학교
진명숙 창원 창원경일여자고등학교
차수경 광주 임수희과학전문학원
최수현 화성 능동고등학교
최은섭 서울 하나학원
하영훈 서울 덕원여자고등학교
한성희 서울 강서고등학교
홍승희 청주 청주여자고등학교
홍진언 울산 동은 학원
홍현주 창원 창원문성고등학교

차 례

I -1 고체 지구

1. 지권의 변동

A 대륙 이동과 판 구조론	12
① 대륙 이동설	
② 맨틀 대류설	
③ 해저 확장설	
④ 판 구조론의 정립	
깨알 개념 체크	14
개념별 기출 문제 [2점, 3점] + 예상 문제	15
B 대륙의 분포와 변화	23
① 지구 자기장과 복각	
② 고지자기와 대륙 이동	
깨알 개념 체크	25
개념별 기출 문제 [2점, 3점] + 예상 문제	26
C 맨틀 대류와 플룸 구조론	32
① 판 이동의 원동력	
② 판의 경계와 운동	
③ 플룸 구조론	
깨알 개념 체크	34
개념별 기출 문제 [2점, 3점] + 예상 문제	35
D 변동대와 화성암	53
① 마그마의 생성	
② 화성암	
③ 우리나라의 화성암 지형	
깨알 개념 체크	55
개념별 기출 문제 [2점, 3점] + 예상 문제	56
동아리 소개 / 서울대 이미지밴드	70

I -2 고체 지구

2. 지구의 역사

E 퇴적 구조와 환경	72
① 퇴적암	
② 퇴적 구조	
③ 퇴적 환경	
④ 우리나라의 퇴적암 지형	
깨알 개념 체크	74
개념별 기출 문제 [2점, 3점] + 예상 문제	75
F 지질 구조	85
① 지질 구조	
② 관입과 포획	
깨알 개념 체크	86
개념별 기출 문제 [2점, 3점] + 예상 문제	87

G 지사 해석 방법과 지층의 연령 [2등급 컬러] 92

① 지사학의 법칙	
② 지층 대비	
③ 상대 연령	
④ 절대 연령	
깨알 개념 체크	94
2등급 컬러 문제 특강	95
개념별 기출 문제 [2점, 3점] + 예상 문제	96
2등급 컬러 문제	103

H 지질 시대의 환경과 생물 105

① 화석과 지질 시대	
② 지질 시대의 환경과 생물	
깨알 개념 체크	107
개념별 기출 문제 [2점, 3점] + 예상 문제	108

II -1 대기와 해양

1. 대기와 해양의 변화

I 기압과 날씨 변화	116
① 기단과 전선	
② 기압과 날씨	
깨알 개념 체크	117
개념별 기출 문제 [2점, 3점]	118

J 태풍과 우리나라의 주요 악기상 [2등급 컬러] 128

① 태풍과 날씨	
② 온대 저기압과 태풍의 비교	
깨알 개념 체크	130
2등급 컬러 문제 특강	131
개념별 기출 문제 [2점, 3점]	132
2등급 컬러 문제	140
③ 우리나라의 주요 악기상	
깨알 개념 체크	144
개념별 기출 문제 [2점, 3점] + 예상 문제	145

K 해수의 성질 150

① 해수의 수온	
② 해수의 염분	
③ 해수의 밀도와 성질	
깨알 개념 체크	152
개념별 기출 문제 [2점, 3점] + 예상 문제	153
동아리 소개 / 고려대 관현악단	162

II -2 대기와 해양

2. 대기와 해양의 상호 작용

L 대기 대순환과 해양의 순환	164
① 대기 대순환과 표층 순환	
깨알 개념 체크	166
개념별 기출 문제 [2점, 3점] + 예상 문제	167
② 심층 순환	
깨알 개념 체크	178
개념별 기출 문제 [2점, 3점] + 예상 문제	179
M 대기와 해양의 상호 작용 [2등급 퀄리]	184
① 용승과 침강	
② 엘니뇨와 라니냐	
깨알 개념 체크	186
개념별 기출 문제 [2점, 3점] + 예상 문제	187
2등급 퀄리 문제	200
N 기후 변화 [1등급 퀄리]	202
① 기후 변화의 요인	
깨알 개념 체크	204
1등급 퀄리 문제 특강	205
개념별 기출 문제 [2점, 3점]	206
② 지구의 열수지	
③ 지구 온난화	
깨알 개념 체크	218
개념별 기출 문제 [2점, 3점] + 예상 문제	219

III 우주

O 별의 물리량과 H-R도 [1등급 퀄리]	232
① 별의 표면 온도	
② 별의 광도와 크기	
③ H-R도와 별의 특성	
깨알 개념 체크	234
1등급 퀄리 문제 특강	235
개념별 기출 문제 [2점, 3점] + 예상 문제	236
1등급 퀄리 문제	246
P 별의 진화와 에너지원	248
① 별의 진화	
② 별의 에너지원과 내부 구조	
깨알 개념 체크	251
개념별 기출 문제 [2점, 3점] + 예상 문제	252

Q 외계 행성계와 생명체 탐사 [2등급 퀄리]

① 외계 행성계 탐사	
② 외계 행성계 탐사 결과	
깨알 개념 체크	264
개념별 기출 문제 [2점, 3점]	265
2등급 퀄리 문제	273
③ 외계 생명체 탐사	
깨알 개념 체크	277
개념별 기출 문제 [2점, 3점] + 예상 문제	278

R 은하의 분류

① 외부 은하	
② 특이 은하	
깨알 개념 체크	288
개념별 기출 문제 [2점, 3점] + 예상 문제	289

S 허블 법칙과 우주 팽창 [1등급 퀄리]

① 허블 법칙과 우주 팽창	
깨알 개념 체크	296
1등급 퀄리 문제 특강	297
개념별 기출 문제 [2점, 3점] + 예상 문제	298
1등급 퀄리 문제	300
② 빅뱅 우주론과 급팽창 우주론	
③ 우주의 팽창과 구성 요소	
④ 우주의 미래	
깨알 개념 체크	304
개념별 기출 문제 [2점, 3점] + 예상 문제	305
1등급 퀄리 문제	313
동아리 소개 / 연합동아리 러쉬	314

최신 연도별 모의고사 10회

01회 2022 실시 3월 학력평가	316
02회 2022 실시 4월 학력평가	320
03회 2022 대비 6월 모의평가	324
04회 2023 대비 6월 모의평가	328
05회 2022 실시 7월 학력평가	332
06회 2022 대비 9월 모의평가	336
07회 2023 대비 9월 모의평가	340
08회 2022 실시 10월 학력평가	344
09회 2022 대비 대학수학능력시험	348
10회 2023 대비 대학수학능력시험	352

빠른 정답 찾기

359



개념 총정리 + 단계별 난이도 기출 문제로 수능 1등급 완성

1 최신 수능 출제 경향 분석+개념 총정리

교과서 순서에 따라 개념을 총정리하고, 수능 출제 경향을 분석했습니다. 수능과 6월, 9월 모평에서 나온 문제가 어떻게 출제되었는지 구체적으로 알려줍니다.

- 출제 경향 분석: 2023 대비 수능 출제 분석
- 출제: 2023 대비 수능, 6·9월 모평 문제를 분석하여 최신 출제 경향을 제시
- 심화 및 보충 자료: 용어 및 확장 개념 등을 보충 설명
- 꼭 외워!: 각 단원에서 반드시 암기할 내용 총정리

맨틀 대류와 플룸 구조론

*** 2023 수능 출제 분석**

• 풀풀 구조론: 풀풀 구조론을 나타낸 모식도에서 차가운 풀풀과 뜨거운 풀풀을 길들여 차가운 풀풀이 생겨나는 과정과 뜨거운 풀풀에 의해 생겨나는 지형을 파악하는 문제였다. 8월 모평과 유사한 난이도로 쉽게 출제되었다.

대류년도	출처
2023 수능	풀풀 구조론
2023 9월	
2023 6월	풀풀의 이동 실험
2022 수능	풀풀 구조론

1 판 이동의 원동력

1. 맨틀 대류와 판의 이동: 맨틀은 고체 상태이지만 온도가 높으므로 유동성이 있고 매우 느리지만 대류가 일어남 \Rightarrow 맨틀 대류가 상승하는 혜령에서는 새로운 해양이 이동한다고 주장

판 구조론의 정립 과정

대류 이동설	맨틀 대류설	해저 확장설	판 구조론
• 1912년 베르너 • 해안선의 유사성, 저칠 구조의 연속성을 증거로 제시	• 1929년 훈스 • 지구 내부의 열대류 현상으로 대류가 이동한다고 주장	• 1960년대 초 해스와 디온 • 해저 지형의 특징, 해양 지각의 나이와 퇴적층의 두께 등을 증거로 제시	• 1960년대 중반 월스 모건 등 • 판의 상호 작용으로 지각 변동을

3 개념별 기출 문제 [2점, 3점]

개념 순서와 단계별 난이도로 문제를 배치하여 효율적인 개념 적용 훈련과 기출 문제 풀이를 할 수 있습니다.

- 소주제별 배열: 개념을 구체적으로 적용시킬 수 있도록 주제를 세분화 해서 문항 배열
 - 난이도: ★★★ – 상, ★★☆ – 중, ★☆☆ – 하
 - 출처표시: 수능 · 평가원: 대비연도, 교육청: 실시연도
- 예) 2022/수능 20: 2021년 11월에 실시한 수능
- 2022/평가원 20: 2021년 6월에 실시한 모의고사
- 2021(3월)/교육청 20: 2021년 3월에 실시한 학력평가
- 2022 실시 3월 학평 20: 2022년 3월에 실시한 학력평가
- 2023 대비 9월 모평 20: 2022년 9월에 실시한 모의고사

QR코드: 단원별 핵심 문제 동영상 강의

개념별 기출 문제 [2점, 3점]

1 마그마의 생성

D01 ★★★ 2020(10월) 교육청 6

그림 (가)는 지하 온도 분포와 암석의 융융 곡선을, (나)는 마그마가 분출되는 지역 A와 B를 어느 판 경계 주변의 단면을 나타낸 것이다.

D03 ★★★ 202

그림 (가)는 지하 온도 분포와 암석의 융융 곡선을, (나)는 마그마가 분출되는 지역 A와 B를

PRACTICE

1등급 개념 체크 문제 - 다양한 형태의 문제로 구성

개념을 바탕으로 한 다양한 형태의 문제로 개념을 확인하고 체크할 수 있습니다. 개념을 정확히 이해하고 암기하는 데 가장 효과적인 학습 방법입니다.

● 깨알 개념 체크 문제 정답 및 해설 수록

1등급 개념 체크

기장과 복각

관련된 내용이다. 빙간에 일맞은 말을 쓰시오.

있는 고유한 자기장을 (1) _____

이 수평면과 이루는 각도는 (2) _____

을 (3) _____)이라고 하고, +90°인 곳 (4) _____이라고 한다.

04 지질 시대 동안 자북극의 이동 경로에 대한 설명이다. 일맞은 것을 고르시오.

유럽과 북아메리카 대륙에서 각각 측정한 자북극의 이동 경로가 일치하지 않는 까닭은 10(자북극이 2개였기 때문 / 두 대륙이 이동하였기 때문)이다.

05 초대륙에 대한 설명으로 옳은 것은 O표, 옳지 않은 것은 X표를 고르시오.

(1) 가장 최근에 존재했던 초대륙은 로더니아이다. 11(○, ✕)

(2) 여러 개로 나누어져 있던 대륙들이 하나로 모여 초대륙을 형성하면 지구 전체의 해안선 길이가 짧아진다. 12(○, ✕)

(3) 초대륙이 여러 대륙으로 분리되면 다양한 기후대가 형성된다. 13(○, ✕)

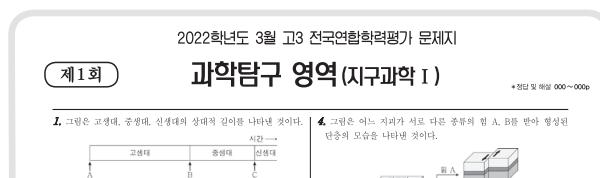
(4) 지질 시대 동안 초대륙을 형성한 시기는 몇 차례 있었다. 14(○, ✕)

(5) 미래에는 현재의 대륙들이 모여 새로운 초대륙을 형성할 것이다. 15(○, ✕)

5 최신 연도별 모의고사 10회 수록

실전 대비를 위해 실제 모의고사 원본을 그대로 수록했습니다.

- 2021년 실시 7회: 전문항
- 2020년 실시 3회: 수능, 6월과 9월 모평



7 [별책 부록] 수험장 극비 노트



- 꼭 출제되는 중요 개념 16개 선정
- 문제 풀이 꿀팁
- 기출(자료+선택지)로 개념 체크 문제

8 입체 첨삭 해설!

문제+자료 분석

제시된 자료를 자세하게 분석해 줍니다.

출제 개념
문제의 핵심 주제를 제시합니다.

자료 설명
정답을 찾을 수 있는 중요 힌트를 알려줍니다.

오답 첨삭 해설
정답이 아닌 이유를 한눈에 확인할 수 있도록 키워드 중심으로 알려줍니다.

정답 첨삭 해설
정확한 정답을 확인할 수 있도록 선택지를 꼼꼼하게 분석했습니다.

수능 핵강
문제와 관련된 핵심 개념을 정리하여 수록하였습니다.

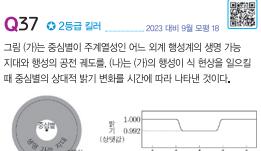
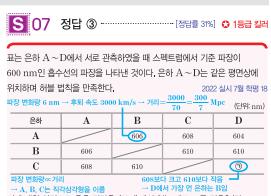
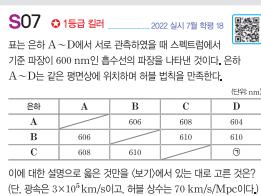
문제 풀이 Tip
빠르게 풀이할 수 있도록 문제 푸는 법을 알려줍니다.

1등급 · 2등급 킬러 문제와 특별 해설

고난도 문제가 출제되는 단원은 따로 1등급 킬러, 2등급 킬러로 분리해 수록했습니다.

★ 1등급 킬러: 정답률이 40% 이하인 1등급을 가르는 최고난도의 문제입니다.

★ 2등급 킬러: 정답률이 40~50% 정도의 1, 2등급으로 도약하기 위한 고난도의 문제입니다.



정답률
교육청 자료, 기타 기관 공지 자료와 내부 검토 과정을 거쳐 제시됩니다.

출처
출제된 기관과 시기를 알려줍니다.

꿀팁
꼭 암기해야 할 사항을 알려줍니다.

활용
함정을 체크해주고 해결할 수 있는 방법을 제시하겠습니다.

주의
적절한 주의를 주어서 올바른 풀이로 나아갈 수 있도록 한 코너입니다.

선택지 분석

보기별로 정답과 오답인 이유를 자세하고 알기 쉽게 분석합니다.

수험장 생생 체험

선배들이 수험장에서 직접 사용하는 문제 풀이법을 알려줍니다.



0 별의 물리량과 H-R도

1등급 킬러 단원

★ 2023 수능 출제 분석

- **별의 물리량:** 별의 복사 에너지를 최대로 방출하는 파장, 절대 등급, 반지름을 표로 제시하여 별의 중심핵에서 주로 일어나는 수소 핵융합 반응의 종류와 지구로부터의 거리를 파악하는 문제였다. 9월 모평 14번 문항과 유사하게 고난이도로 출제되었다.

대비년도	출제 개념	난이도
2023 수능	별의 물리량	***
2023 9월	별의 물리량/별의 종류와 물리량	*/***
2023 6월	별의 물리량	**
2022 수능	별의 물리량	**

1 별의 표면 온도

1. 별의 표면 온도

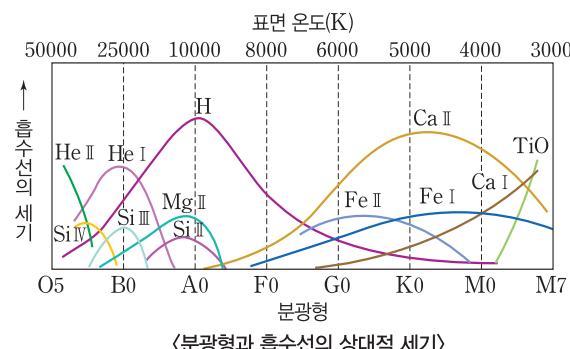
(1) 별의 색과 표면 온도

- ① 별은 거의 흑체와 같이 복사함 ①
- ② 별의 표면 온도가 높을수록 최대 세기로 에너지를 방출하는 파장이 짧아서 파란색을 띠고, 별의 표면 온도가 낮을수록 최대 세기로 에너지를 방출하는 파장이 길어서 붉은색을 띤다
- ③ **별의 색지수와 표면 온도:** 표면 온도가 높은 별은 파장이 짧은 자외선과 파란색 부근에서 에너지를 많이 방출하므로 B 등급이 작지만, 파장이 긴 붉은색 부근에서는 에너지를 적게 방출하므로 V 등급이 큼 \Rightarrow 별의 표면 온도가 높을수록 색지수(B-V)가 작아짐

2. 별의 분광형과 표면 온도 ①

(1) 분광형

- ① 별의 표면 온도에 따라 스펙트럼을 O, B, A, F, G, K, M형의 7개로 분류하며, 각각의 분광형은 다시 고온의 0에서 저온의 9까지 10등급으로 세분함(O형, M형은 제외)



- ② O형 별은 표면 온도가

가장 높고 파란색을 띠며, M형 별로 갈수록 표면 온도가 낮아지고 붉은색을 띤다

(2) 분광형과 흡수선의 상대적 세기

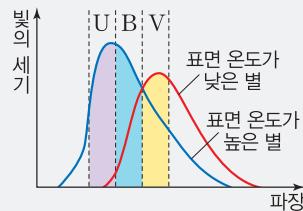
- ① 표면 온도가 높은 O형, B형 별에서는 이온화된 헬륨(He II)이나 중성 헬륨(He I)의 흡수선이 강하게 나타남
- ② 표면 온도가 낮은 K형, M형 별에서는 금속 원소와 분자에 의한 흡수선이 강하게 나타남
- ③ 표면 온도가 약 10000 K인 A형 별에서는 수소 흡수선(H)이 강하게 나타남

1 흑체 복사

입시하는 모든 복사 에너지를 흡수하고, 흡수한 복사 에너지를 모두 방출하는 이상적인 물체를 흑체라고 한다. 흑체가 에너지를 최대 세기로 방출하는 파장은 표면 온도가 높을수록 짧아진다.

2 색지수

U, B, V 필터로 정해지는 겉보기 등급을 각각 U, B, V 등급이라고 하며, 보통 (B-V)를 색지수로 사용한다.



3 별의 분광형과 표면 온도

별의 표면 온도에 따라 이온화되는 정도가 다르고, 각각 가능한 이온화 단계에서 특정한 흡수선을 형성하기 때문에 별별의 스펙트럼에는 별마다 다양한 흡수선이 나타난다.



2 별의 광도와 크기

1. 슈테판·볼츠만 법칙: 흑체가 단위 시간 동안 단위 면적에서 방출하는 복사 에너지 양(E)은 표면 온도(T)의 4제곱에 비례한다는 법칙임

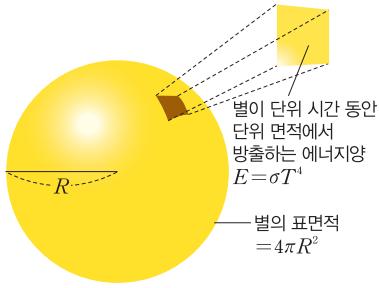
$$E = \sigma T^4 \quad (\text{슈테판·볼츠만 상수 } \sigma = 5.670 \times 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4})$$

2023 대비 수능 16번
출제 2023 대비 9월 모평 6번
2023 대비 6월 모평 18번

* 6월 모평은 별의 물리량을 표로 제시하고, 9월 모평은 별의 물리량을 그래프로 제시하여 별의 특징을 파악하는 문제가 출제되었다.

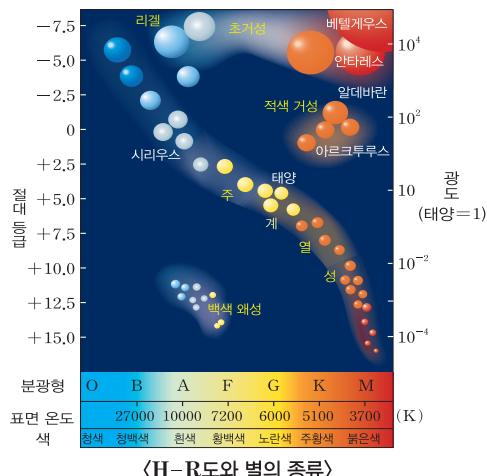
2. 별의 광도(L): 별이 단위 시간 동안 방출하는 에너지양($E = \sigma T^4$)과 별의 표면적($4\pi R^2$)에 비례함

$$L = 4\pi R^2 \cdot \sigma T^4 \Rightarrow R = \sqrt{\frac{L}{4\pi \cdot \sigma T^4}}$$



3 H-R도와 별의 특성

1. H-R도와 ① 별의 종류: H-R도에 나타난 별들은 4개의 집단(초거성, 적색 거성, 주계열성, 백색 왜성)으로 구분할 수 있음



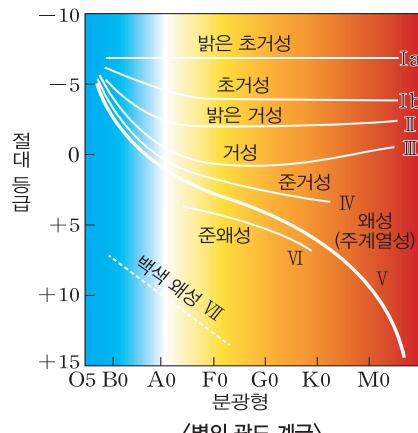
주계 열성	<ul style="list-style-type: none"> H-R도의 원쪽 위에서 오른쪽 아래로 이어지는 대각선 띠 영역에 분포함 별의 약 90%가 주계열성에 속함
적색 거성	<ul style="list-style-type: none"> H-R도에서 주계열의 오른쪽 위에 분포함 표면 온도가 낮아 붉은색을 띠며, 반지름이 ② 크기 때문에 광도는 큰 편임
초거성	<ul style="list-style-type: none"> H-R도에서 적색 거성보다 위쪽에 분포함 광도와 반지름이 가장 큰 별임
백색 왜성	<ul style="list-style-type: none"> H-R도에서 주계열의 왼쪽 아래에 분포함 표면 온도가 비교적 높아 흰색으로 보이고, 반지름이 매우 작기 때문에 광도는 매우 작은 편임 평균 밀도가 매우 큼

2. 별의 광도 계급

(1) 광도 계급 ③

- ① 같은 분광형을 가지는 별들의 스펙트럼에 나타나는 흡수선의 폭을 비교하여 별의 크기를 알 수 있고, 이를 이용하여 광도를 결정할 수 있음
- ② 이와 같은 방법을 이용하면 같은 분광형을 가진 별들을 광도에 따라 분류할 수 있는데, 이를 광도 계급이라고 함

(2) 별의 광도: 별의 광도는 표면 온도와 반지름에 의해 결정되므로, 분광형이 같더라도 별의 광도가 다를 수 있음



꼭 외워!

* H-R도와 별의 물리량

H-R도	별의 물리량 변화
가로축	<ul style="list-style-type: none"> 표면 온도와 색: 오른쪽으로 갈수록 표면 온도가 낮아지고, 붉은색을 띤다 색자수: 오른쪽으로 갈수록 커짐
세로축	<ul style="list-style-type: none"> 광도: 위로 갈수록 커짐 절대 등급: 위로 갈수록 작아짐
대각선 방향	<ul style="list-style-type: none"> 반지름: 오른쪽 위로 갈수록 커짐 밀도: 왼쪽 아래로 갈수록 커짐
주계열	원쪽 위로 갈수록 광도, 질량, 반지름이 크고, 표면 온도가 높으며, 수명이 짧음

+ 보충) 빈의 변위 법칙

체제의 표면 온도(T)가 높을수록 최대 에너지를 방출하는 파장(λ_{max})이 짧아진다.

$$\lambda_{max} \propto \frac{1}{T}$$

출제 : 2023 대비 9월 모평 14번

★ 9월 모평은 별의 표면 온도, 광도, 반지름을 이용하여 별의 종류를 파악하고 물리량을 비교하는 문제가 출제되었다.

① H-R도

가로축에 표면 온도나 분광형 또는 색자수를, 세로축에 절대 등급 또는 광도를 나타낸 그래프이다.

② 별의 반지름과 평균 밀도

별의 크기가 클수록 평균 밀도는 작아진다. 따라서 H-R도에 나타난 별의 크기는 초거성 > 적색 거성 > 주계열성 > 백색 왜성이고, 평균 밀도는 백색 왜성 > 주계열성 > 적색 거성 > 초거성이다.

21 DAY

+ 보충) MK 분류법

여키스 천문대의 모건(Morgan)과 키넌(Keenan)은 별을 표면 온도(분광형)와 광도 계급(절대 등급)에 따라 6개의 집단(백색 왜성을 포함하면 7개 집단)으로 나누어 분류하였는데, 이를 MK 분류법이라고 한다.

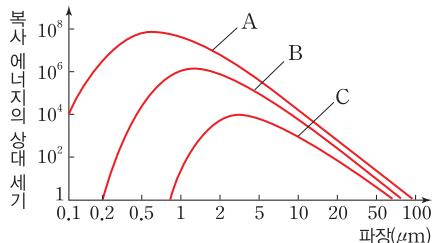
3 광도 계급

- 광도 계급은 별을 I ~ VI(백색 왜성을 포함하면 I ~ VII)으로 분류하며, 분광형이 같을 때 광도 계급의 숫자가 클수록 별의 반지름과 광도가 작아진다.
- 태양은 표면 온도가 약 5800 K이고 주계열성에 해당하므로, 태양의 분광형과 광도 계급은 G2 V이다.



1 별의 표면 온도

01 그림은 표면 온도가 다른 세 별 A~C의 플랑크 곡선(흑체가 방출하는 복사 에너지를 파장에 따라 나타낸 곡선)을 나타낸 것이다. 알맞은 것을 고르시오.



- (1) 최대 에너지를 방출하는 파장은 A가 B보다 1(짧다 / 길다).
- (2) 별의 표면 온도는 A가 가장 2(낮다 / 높다).
- (3) 색지수(B-V)는 표면 온도가 3(낮은 / 높은) 별일수록 크므로 4(A / B / C)에서 가장 크다.

2 별의 광도와 크기

02 용어에 대한 설명을 완성하시오.

- (1) 스텐판·볼츠만 법칙: 흑체가 단위 시간 동안 단위 면적에서 방출하는 복사 에너지 양은 표면 온도의 (5)에 비례한다는 법칙이다.
- (2) 광도: 별이 단위 시간 동안 방출하는 에너지의 양을 광도라고 한다. 광도는 표면 온도의 (6)에 비례하며 반지름의 (7)에 비례한다.

03 어떤 별의 반지름(R)을 구하는 과정이다. 빈칸에 알맞은 말을 쓰시오.

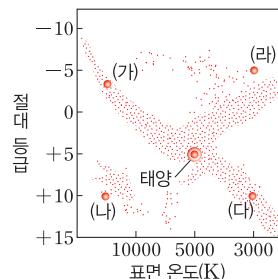
- (가) 이 별의 광도는 L 이다.
 (나) 이 별이 단위 면적당 단위 시간 동안에 방출하는 에너지 양은 E 이다.
 (다) (8) = $4\pi R^2 \cdot E$
 (라) $R = \sqrt{\frac{(9)}{4\pi E}}$

3 H-R도와 별의 특성

04 별의 반지름과 평균 밀도의 관계에 대한 설명이다. 빈칸에 알맞은 것을 고르시오.

H-R도에 나타난 별들을 4개의 집단으로 구분했을 때, 별의 반지름이 클수록 평균 밀도는 10(커 / 작아)진다.

05 그림은 여러 별들의 절대 등급과 표면 온도를 나타낸 H-R도이다.



별 (가)~(라)에 대한 설명으로 알맞은 것을 고르시오.

- (1) 별 (가)는 태양보다 광도가 11(크 / 작)다.
- (2) 별 (가)는 별 (나)보다 반지름이 12(크 / 작)다.
- (3) 별 (나)는 별 (다)보다 색지수가 13(크 / 작)다.
- (4) 별 (나)는 별 (라)보다 반지름이 14(크 / 작)다.

06 표는 별 A~D의 분광형과 절대 등급을 나타낸 것이다. 별 A는 태양과 분광형 및 절대 등급이 같다.

별	분광형	절대 등급
A	G2	+4.8
B	M2	-5.8
C	K2	-0.6
D	A2	+11.3

이에 대한 설명으로 옳은 것은 ○표, 옳지 않은 것은 ×표를 고르시오.

- (1) 별 B, C는 주계열성에 속한다. 15(○, ×)
- (2) 별 D는 백색 왜성에 속한다. 16(○, ×)
- (3) 반지름이 가장 큰 별은 B이다. 17(○, ×)
- (4) 별의 크기는 B>C>A>D이다. 18(○, ×)
- (5) 별의 평균 밀도는 D>C>B>A이다. 19(○, ×)

정답



별의 물리량

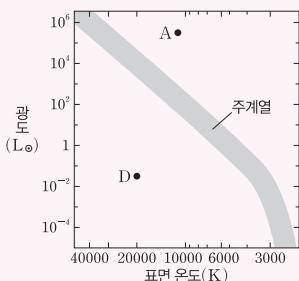
1등급 칼라 문제 특강

- 이 유형은 별의 표면 온도와 광도에 따라 H-R도에 나타냈을 때 위치에 따른 별의 종류를 구분하고, 각각의 별들이 갖는 특성을 파악하는 문항이다.

표는 질량이 서로 다른 별 A~D의 물리적 성질을, 그림은 별 A와 D를 H-R도에 나타낸 것이다. L_{\odot} 은 태양 광도이다.

2021(6월)/평가원 12

별	표면 온도 (K)	광도 (L_{\odot})
A	()	()
B	3500	100000
C	20000	10000
D	()	()



이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

[보기]

- A와 B는 적색 거성이다.
- 반지름은 B>C>D이다.
- C의 나이는 태양보다 적다.

① ㄱ

② ㄷ

③ ㄱ, ㄴ

④ ㄴ, ㄷ

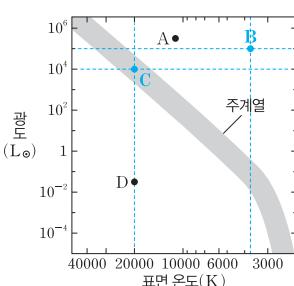
⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

★ 이 문제는 주계열성은 질량이 클수록 진화 속도가 빨라 수명이 짧은 것이 이 문제 풀이의 핵심 KEY이다.

| 문제 풀이 순서 |

step 1 주어진 별의 표면 온도와 광도를 이용하여 H-R도에 별의 위치를 표시한다.

- B와 C의 표면 온도와 광도를 확인 한다.
 - B의 표면 온도는 3500 K, 광도는 태양의 100000배, 즉 10^5 배이다.
 - C의 표면 온도는 20000 K, 광도는 태양의 10000배, 즉 10^4 배이다.



2. 이를 이용하여 H-R도에 B와 C의 위치를 표시한다.

step 2 H-R도 상에서 별의 위치를 이용하여 별의 종류를 파악한다.

- A와 B가 어떤 종류의 별인지 파악한다.

- 적색 거성은 주계열의 오른쪽 (1)에 분포하며 대체로 붉은색을 띤다. 표면 온도는 낮지만 반지름이 (2)서 광도가 크며, 반지름은 태양의 10배~ 10^5 배, 광도는 태양의 10배~ 10^5 배 정도이다.
- (3)은 H-R도에서 적색 거성보다 더 위쪽에 분포하는 별들로, 반지름은 태양의 수백 배~ 10^3 배 이상, 광도는 태양의 수만 배~수십만 배

정도이다.

따라서 A와 B는 초거성이다.

- C와 D가 어떤 종류의 별인지 파악한다.

- C는 H-R도에서 주계열 영역에 위치하므로 주계열성에 해당한다.
- D는 표면 온도가 약 20000 K이므로 분광형이 (4)이며 표면 온도가 매우 높다. 그러나 광도는 태양의 10^{-2} 배 정도로 매우 작은 것으로 보아 반지름이 매우 작은 별임을 알 수 있다.
- 따라서 D는 H-R도에서 주계열의 왼쪽 아래에 위치한 (5)에 해당한다.

- 별의 종류를 이용하여 반지름을 비교한다.

- 별의 반지름은 일반적으로 초거성>적색 거성>주계열성>백색 왜성 순이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. A와 B는 적색 거성이다. (X)

• A의 광도는 태양의 10^5 배~ 10^6 배 정도이다.

• B의 광도는 태양의 10^5 배이다.

• 적색 거성의 광도는 태양의 10배~ 10^3 배 정도이며, 초거성의 광도는 태양의 수만 배~수십만 배 정도이다. 따라서 A와 B는 적색 거성이 아닌 초거성에 해당한다.

ㄴ. 반지름은 B>C>D이다. (O)

• B는 초거성이므로 반지름이 태양의 수백 배~ 10^3 배 이상이다.

• C는 주계열성이다.

• D는 백색 왜성이다.

• 따라서 반지름은 초거성인 B가 가장 (6), 백색 왜성인 D가 가장 작다.

21 DAY

ㄷ. C의 나이는 태양보다 적다. (O)

• C의 표면 온도는 20000 K, 광도는 태양의 10000배, 즉 10^4 배이므로 H-R도에 위치를 나타내면 주계열성에 해당함을 알 수 있다.

• C는 표면 온도가 20000 K이므로 분광형은 B형이다. 주계열성의 표면 온도는 질량이 클수록 높으며, 질량이 클수록 수명이 (7) 진다. 분광형이 B0형인 주계열성의 수명은 약 1000만 년이고 분광형이 A0형인 주계열성의 수명은 약 5억 년이므로, 분광형이 B형인 C의 수명은 약 1000만 년~5억 년 사이이다.

• 태양의 분광형은 (8)이며, 태양의 질량은 분광형이 B0형이나 A0형인 별보다 작으므로 수명이 길어 약 100억 년 정도이다.

• C는 최대 수명이 약 5억 년 미만인데 현재 주계열성에 해당하므로, C의 나이는 5억 년 미만이다. 태양의 수명은 약 100억 년이며, 현재 태양의 나이는 약 46억 년이다. 따라서 C의 나이는 태양보다 적다.

∴ 정답은 ④ ㄴ, ㄷ이다.



이 유형을 대비하기 위해서는 H-R도에서 주계열성, 적색 거성, 초거성, 백색 왜성의 위치를 파악하고, 각 진화 단계 별의 물리량을 비교할 수 있어야 한다.

[정답] 1 ㄹ 2 ㅋ 3 ㅌ 4 ㅊ 5 ㅍ 6 ㅂ 7 ㅌ 8 ㅎ



개념별 기출 문제

[2점, 3점]

PRACTICE QUESTION

1 별의 표면 온도

001 ***

예상 문제

표는 별의 색과 광도 계급을 나타낸 것이다.

별	색	광도 계급
(가)	노란색	V
(나)	노란색	I
(다)	주황색	II

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

[3점]

[보기]

- ㄱ. 최대 에너지 세기를 갖는 파장은 (다)가 가장 짧다.
- ㄴ. 별의 반지름은 (가)<(다)<(나)이다.
- ㄷ. 스펙트럼의 특성이 태양과 가장 유사한 별은 (나)이다.

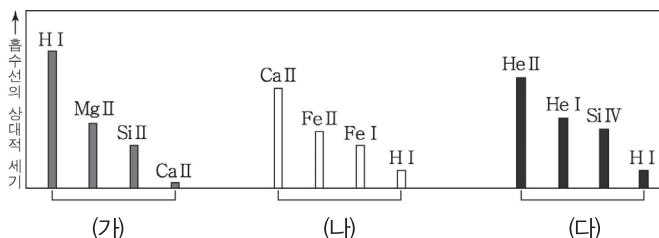
- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
 ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

002 ***

2020(10월) 교육청 15



그림은 세 별 (가), (나), (다)의 스펙트럼에서 세기가 강한 흡수선 4개의 상대적 세기를 나타낸 것이다. (가), (나), (다)의 분광형은 각각 A형, O형, G형 중 하나이다.



이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

[보기]

- ㄱ. 표면 온도가 태양과 가장 비슷한 별은 (가)이다.
- ㄴ. (나)의 구성 물질 중 가장 많은 원소는 Ca이다.
- ㄷ. 단위 시간당 단위 면적에서 방출되는 에너지양은 (나)가 (다)보다 적다.

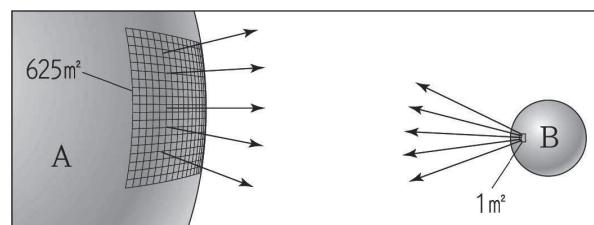
- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

003 ***

2020(7월)/교육청 12



그림은 별 A와 B에서 단위 시간당 동일한 양의 복사 에너지를 방출하는 면적을 나타낸 것이다. A의 광도는 B의 40배이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
 (단, A, B는 흑체로 가정한다.) [3점]

[보기]

- ㄱ. 표면 온도는 B가 A보다 5배 높다.
- ㄴ. 반지름은 A가 B보다 150배 이상이다.
- ㄷ. 최대 에너지를 방출하는 파장은 B가 A보다 길다.

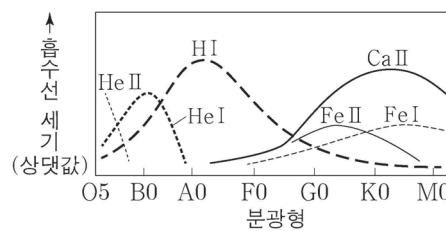
- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

004 ***

2021(6월)/평가원 3



그림은 별의 분광형에 따른 흡수선의 상대적 세기를 나타낸 것이다.



이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

- ㄱ. 흰색 별에서 H I 흡수선이 Ca II 흡수선보다 강하게 나타난다.
- ㄴ. 주계열에서 B0형보다 표면 온도가 높은 별일수록 H I 흡수선의 세기가 강해진다.
- ㄷ. 태양과 광도가 같고 반지름이 작은 별의 Ca II 흡수선은 G2형 별보다 강하게 나타난다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ



1등급 퀄러 문제

FOR THE FIRST CLASS LEVEL

O40 ★ 1등급 퀄러

2020(10월) 교육청 16



표는 별 ①~④의 절대 등급과 분광형을 나타낸 것이다.

①~④ 중 주계열성은 2개, 백색 왜성과 초거성은 각각 1개이다.

별	절대 등급	분광형
①	+12.2	B1
②	+1.5	A1
③	-1.5	B4
④	-7.8	B8

이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

[보기]

- ㄱ. ①의 중심에서는 수소 핵융합 반응이 일어난다.
- ㄴ. 별의 질량은 ②이 ④보다 작다.
- ㄷ. 광도 계급의 숫자는 ③이 ④보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

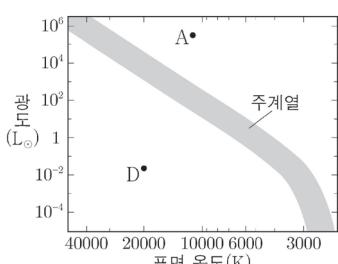
O41 ★ 1등급 퀄러

2021(6월)/평가원 12



표는 질량이 서로 다른 별 A~D의 물리적 성질을, 그림은 별 A와 D를 H-R도에 나타낸 것이다. L_{\odot} 은 태양 광도이다.

별	표면 온도 (K)	광도 (L_{\odot})
A	()	()
B	3500	100000
C	20000	10000
D	()	()



이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

[보기]

- ㄱ. A와 B는 적색 거성이다.
- ㄴ. 반지름은 B>C>D이다.
- ㄷ. C의 나이는 태양보다 적다.

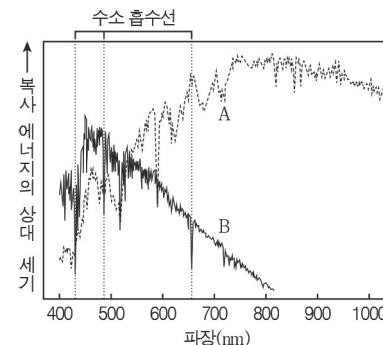
- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

O42 ★ 1등급 퀄러

2020(4월)/교육청 14



그림은 서로 다른 두 별 A와 B에서 방출되는 복사 에너지의 상대 세기와 수소 흡수선의 파장을 나타낸 것이다.



별 A와 B를 비교한 설명으로 옳지 않은 것은? [3점]

- ① 광도는 A가 크다.
- ② 반지름은 A가 크다.
- ③ 표면 온도는 B가 높다.
- ④ 수소 흡수선의 세기는 B가 크다.
- ⑤ 단위 시간당 동일한 면적에서 방출되는 복사 에너지는 A가 크다.

O43 ★ 1등급 퀄러

2023 대비 수능 16



표는 태양과 별 (가), (나), (다)의 물리량을 나타낸 것이다. (가), (나), (다) 중 주계열성은 2개이고, (나)와 (다)의 겉보기 밝기는 같다.

별	복사 에너지를 최대로 방출하는 파장 (μm)	절대 등급	반지름 (태양=1)
태양	0.50	+4.8	1
(가)	(①)	-0.2	2.5
(나)	0.10	()	4
(다)	0.25	+9.8	()

이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

[보기]

- ㄱ. ①은 0.125이다.
- ㄴ. 중심핵에서의 $p-p$ 반응에 의한 에너지 생성량은 (나)가 태양보다 작다.
- ㄷ. 지구로부터의 거리는 (나)가 (다)의 1000배이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
 ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ



2등급 퀄러 문제

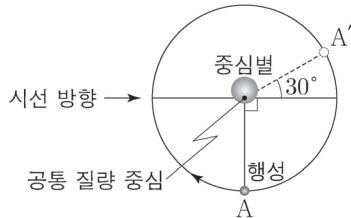
FOR THE SECOND CLASS LEVEL

Q30 2등급 퀄러

2021(6월)/평가원 8



그림은 어느 외계 행성과 중심별이 공통 질량 중심을 중심으로 공전하는 모습을 나타낸 것이다. 행성은 원 궤도를 따라 공전하며, 공전 궤도면은 관측자의 시선 방향과 나란하다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는대로 고른 것은?

[보기]

- ㄱ. 식 현상을 이용하여 행성의 존재를 확인할 수 있다.
- ㄴ. 행성이 A를 지날 때 중심별의 청색 편이가 나타난다.
- ㄷ. 중심별의 어느 흡수선의 파장 변화 크기는 행성이 A를 지날 때가 A'을 지날 때의 2배이다.

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄱ, ㄷ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

Q31 2등급 퀄러

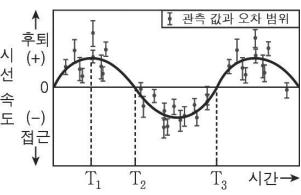
2020(4월)/교육청 17



다음은 어느 외계 행성계에 대한 기사의 일부이다.

한글 이름을 사용하는 외계 행성계 '백두'와 '한라'

우리나라 천문학자가 발견한 외계 행성계의 중심별과 외계 행성의 이름에 각각 '백두'와 '한라'가 선정되었다. '한라'는 '백두'의 ⑦시선 속도 변화를 이용한 탐사 방법으로 발견하였다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는대로 고른 것은?

[3점]

[보기]

- ㄱ. T_1 일 때 '백두'는 적색 편이가 나타난다.
- ㄴ. 태양으로부터 '한라'까지의 거리는 T_2 보다 T_3 일 때 멀다.
- ㄷ. ⑦에서 행성의 질량이 클수록 중심별의 시선 속도 변화가 커진다.

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄱ, ㄷ

④ ㄴ, ㄷ

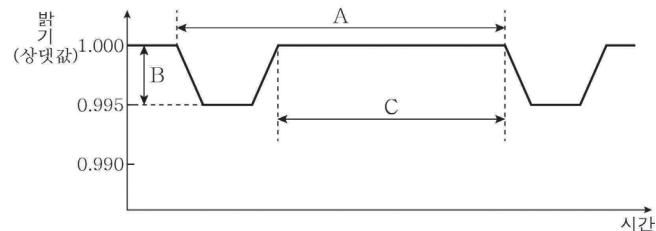
⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

Q32 2등급 퀄러

2020(3월)/교육청 19



그림은 외계 행성의 식 현상에 의해 일어나는 중심별의 밝기 변화를 나타낸 것이다.



이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는대로 고른 것은? (단, 이 외계 행성계의 행성은 한 개이다.) [3점]

[보기]

- ㄱ. A 기간은 행성의 공전 주기에 해당한다.
- ㄴ. 행성의 반지름이 2배가 되면 B는 2배가 된다.
- ㄷ. C 기간에 중심별의 스펙트럼을 관측하면 적색 편이가 청색 편이보다 먼저 나타난다.

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄷ

④ ㄱ, ㄷ

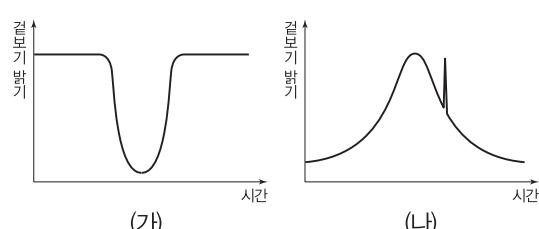
⑤ ㄴ, ㄷ

Q33 2등급 퀄러

2018(7월)/교육청 13

24 DAY

그림 (가)와 (나)는 외계 행성에 의한 미세 중력 렌즈 현상과 식 현상의 겉보기 밝기 변화를 순서 없이 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는대로 고른 것은?

[3점]

[보기]

- ㄱ. 미세 중력 렌즈 현상에 의한 겉보기 밝기 변화는 (나)이다.
- ㄴ. (가)를 이용한 탐사는 외계 행성의 반지름이 클수록 행성을 발견하는 데 유리하다.
- ㄷ. (가)와 (나)는 외계 행성의 공전 궤도면과 관측자의 시선 방향이 나란해야만 외계 행성 탐사에 이용할 수 있다.

① ㄱ

② ㄷ

③ ㄱ, ㄴ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ



최신 연도별 모의고사 10회

01회 2022 실시 3월 학력평가

02회 2022 실시 4월 학력평가

03회 2022 대비 6월 모의평가

04회 2023 대비 6월 모의평가

05회 2022 실시 7월 학력평가

06회 2022 대비 9월 모의평가

07회 2023 대비 9월 모의평가

08회 2022 실시 10월 학력평가

09회 2022 대비 대학수학능력시험

10회 2023 대비 대학수학능력시험

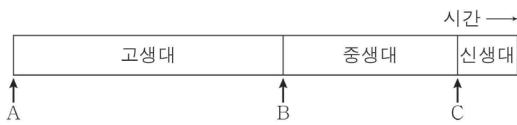


제1회

과학탐구 영역 (지구과학 I)

*정답 및 해설 485 ~ 487p

1. 그림은 고생대, 중생대, 신생대의 상대적 길이를 나타낸 것이다.



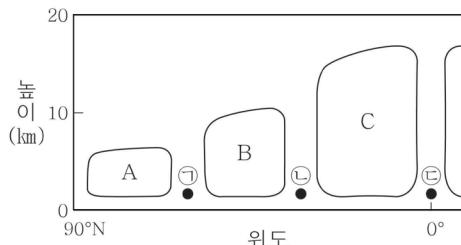
이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보기>

- ㄱ. 최초의 육상 식물은 A 시기 이후에 출현하였다.
- ㄴ. B 시기에 삼엽충이 출현하였다.
- ㄷ. 암모나이트는 C 시기에 멸종하였다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

2. 그림은 북반구에서 대기 대순환을 이루는 순환 세포 A, B, C를 나타낸 것이다.



이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

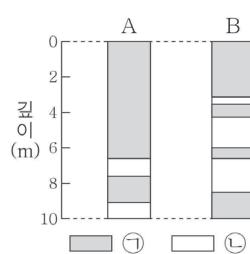
<보기>

- ㄱ. 직접 순환에 해당하는 것은 A와 C이다.
- ㄴ. 온대 저기압은 ⑦보다 ⑧ 부근에서 주로 발생한다.
- ㄷ. ⑨에서는 공기가 발산한다.

- ① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

3. 그림은 두 해역 A, B의 해저 퇴적물에서 측정한 잔류 자기 분포를 나타낸 것이다. ⑦과 ⑧은 각각 정자극기와 역자극기 중 하나이다.

이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

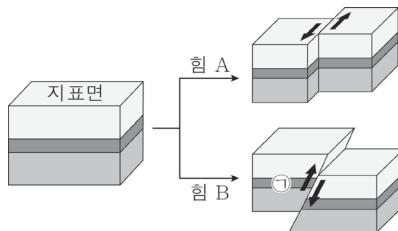


<보기>

- ㄱ. ⑦은 정자극기, ⑧은 역자극기에 해당한다.
- ㄴ. 6 m 깊이에서 퇴적물의 나이는 A가 B보다 많다.
- ㄷ. 베개너는 해저 퇴적물에서 측정한 잔류 자기 분포를 대류 이동의 증거로 제시하였다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄴ, ㄷ

4. 그림은 어느 지괴가 서로 다른 종류의 힘 A, B를 받아 형성된 단층의 모습을 나타낸 것이다.



이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보기>

- ㄱ. 힘 A에 의해 역단층이 형성되었다.
- ㄴ. ⑦은 상반이다.
- ㄷ. 힘 B는 장력이다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

5. 다음은 H-R도를 작성하여 별을 분류하는 탐구이다.

[탐구 과정]

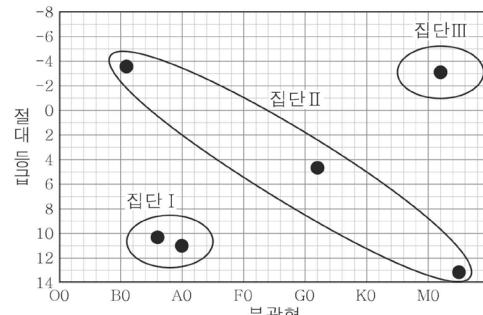
표는 별 a ~ f의 분광형과 절대 등급이다.

별	a	b	c	d	e	f
분광형	A0	B1	G2	M5	M2	B6
절대 등급	+11.0	-3.6	+4.8	+13.2	-3.1	+10.3

(가) 각 별의 위치를 H-R도에 표시한다.

(나) H-R도에 표시한 위치에 따라 별들을 백색 왜성, 주계열성, 거성의 세 집단으로 분류한다.

[탐구 결과]



이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보기>

- ㄱ. a와 f는 집단 I에 속한다.
- ㄴ. 집단 II는 주계열성이다.
- ㄷ. 별의 평균 밀도는 집단 I이 집단 III보다 크다.

- ① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

다시는 틀리지 않게 해 주는 입체 첨삭 해설!

출제 개념

문제의 핵심 주제를 제시합니다.

자료 설명

정답을 찾을 수 있는 중요 힌트를 알려 줍니다.

오답 첨삭 해설

정답이 아닌 이유를 한눈에 확인할 수 있도록 키워드 중심으로 알려줍니다.

정답 첨삭 해설

정확한 정답을 확인할 수 있도록 선택지를 꼼꼼하게 분석했습니다.

수능 학강

문제와 관련된 핵심 개념을 정리하여 수록하였습니다.

문제 풀이 Tip

쉽게 풀이할 수 있도록 문제 푸는 법을 알려줍니다.

문제+자료 분석

제시된 자료를 자세하게 분석해 줍니다.

J 07 정답 ③ * 태풍과 날씨

그림은 어느 태풍의 이동 경로를 표는 이 태풍이 이동하는 동안 관측소 A에서 관측한 풍향과 태풍의 중심 기압을 나타낸 것이다. A의 위치는 ⑤과 ⑥ 중 하나이다. 위험 반경에는 풍향이 시계 방향으로 변화

일시 풍향 태풍의 중심 기압 (hPa)

12월 21일	동	955
13일 00시	남동	960
13일 03시	남남서	970
13일 06시	남서	970

● 태풍이 시계 방향으로 풍향이 남동(남서)으로 변했음
● 태풍의 중심은 12월 21일 00시에 가장 강해짐
● 태풍의 세력은 12월 21일 00시에 가장 강해짐

이에 대한 설명으로 옳은 것들은 (보기)에서 있는대로 고른 것은? [3점]

(보기)

- A의 위치는 ④에 해당한다.
- A에서 풍향은 시계 방향으로 변화하는 위험 반경에 위치함
n. 태풍의 세력은 13일 03시가 12일 21시보다 강하다. 약하다
- 태풍의 중심 기압이 더 높은 12일 21시와 03시보다 강해짐
- 태풍의 중심과 A 사이의 거리는 13일 06시가 13일 03시보다 보다 멀다.
- 13일 03시에는 태풍의 풍향이 남남서풍인 것으로 보아 태풍의 중심은 A 관측소의 북쪽에 위치하며, 13일 06시에는 13일 03시보다 태풍이 더 북상한다. 따라서 태풍의 중심과 A 사이의 거리는 13일 06시가 13일 03시보다 멀다.

어느 시각에 태풍 중심이 관측소의 북쪽에 위치하는가? [1점]

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

J 08 정답 ⑥ * 태풍과 날씨

그림(가)은 어느 해 9월 9일부터 18일까지 태풍 중심의 위치와 기압을 1일 간격으로 나타낸 것이다. (나)는 12일, 14일, 16일에 관측한 이 태풍 중심의 풍향과 이동 속도를 ①, ②, ③으로 순서 없이 나타낸 것이다. 하늘표의 방향과 길이는 각각 이동 방향과 길이는 나타낸다.

이에 대한 설명으로 옳은 것들은 (보기)에서 있는대로 고른 것은? [3점]

(보기)

- 태풍의 세력은 10일이 16일보다 약하다.
- 태풍의 중심 기압은 10일보다 16일이 낮음
- 14일 태풍 중심의 이동 방향과 이동 속도는 ②에 해당한다.
- 14일에는 태풍의 이동 속도가 매우 느려 느껴졌다.

문제+자료 분석

제시된 자료를 자세하게 분석해 줍니다.

정답률

교육청 자료, 기타 기관 공지 자료와 내부 검토 과정을 거쳐 제시됩니다.

출처

출제된 기관과 시기를 알려 줍니다.

환경

개념을 정확히 이해하지 못한다면 반드시 빠지게 되어 있는 함정을 체크해주고 해결할 수 있는 방법을 제시하였습니다.

주의

풀이 과정에서 주어진 조건을 빼먹거나 잘못 이용할 가능성이 있을 때, 적절한 주의를 주어서 올바른 풀이로 나아갈 수 있도록 한 코너입니다.

꿀팁

꼭 암기해야 할 부분을 알려 줍니다.

선택지 분석

선택지별로 정답과 오답인 이유를 자세하고 알기 쉽게 분석합니다.

수험장 생생 체험

선배들이 수험장에서 직접 사용하는 풀이 비법을 알려 줍니다.

★ 1등급 킬러 · 2등급 킬러 문제 특별 해설

2등급 킬러

정답률이 40~50% 정도로 문제로 1등급으로 도약하기 위해 반드시 도전해야 하는 고난도의 문제입니다.

문제 분석

킬러 문제에서 묻고자 하는 내용이 무엇인지 확실히 알도록 제시해줍니다.

핵심 KEY

킬러 문제 풀이를 본격적으로 시작하기 전에 정답으로 가는 단서가 무엇인지 구체적으로 알려줍니다.

시간 단축 Tip

빠르게 풀이할 수 있도록 문제 푸는 법을 알려줍니다.

J 57 정답 ①

그림(가)은 어느 태풍의 이동 경로와 중심 기압을, (나)는 이 태풍이 지나는 동안 제주 지역에서 27일 15시, 28일 03시, 28일 15시에 관측한 풍향과 풍속을 ①, ②, ③으로 순서 없이 나타낸 것이다.

2017/6/평가원 10

이 자료에 대한 설명으로 옳은 것들은 (보기)에서 있는대로 고른 것은? [3점]

(보기)

- 제주도는 위험 반경에 있다.
- 제주도는 대체 진행 방향의 오른쪽에 위치함
n. (가)에서 중심 기압은 태풍이 발달할 때 가장 낮았다.
- 26일에 태풍의 중심 기압이 1020 hPa로 가장 낮았음
- 27일 15시에 제주 지역에는 북동풍(③)이 불었음

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄹ ⑤ ㄱ, ㄷ

N 75 정답 ①

표는 A, B, C 시기의 지구 공전 궤도 이심성을, 그림은 B 시기의 지구가 근일점과 원일점에 위치할 때 북반구에서 같은 배율로 관측한 태양의 모습을 각각 ①과 ②로 순서 없이 나타낸 것이다.

2020/10/평가원 9

이에 대한 설명으로 옳은 것은? [3점]

(보기)

- 공전 궤도 이심성이 가장 적음
- 공전 궤도가 가장 원에 가까울 때 북반구: 여름 남반구: 겨울
- 시지름이 적음
- 원일점에 위치할 때
- 시지름이 큼
- 원일점에 위치할 때

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄹ ⑤ ㄱ, ㄴ

1등급 킬러

정답률이 40% 이하인 문제로 1등급을 가르는 최고난도의 문제입니다.

문제 풀이 순서

문제 풀이 순서를 알려주어 유형 풀이법이 저절로 익혀지게 합니다.

보기 분석

오답과 정답인 이유를 기본 개념부터 자세하게 설명해 줍니다.

1등급 핵심 개념

해당 문제를 풀 때 꼭 알아야 하는 개념을 자세히 설명해 줍니다.

문제 풀이 Tip

쉽게 풀이할 수 있도록 문제 푸는 법을 알려줍니다.



O

별의 물리량과 H-R도

O 01

정답 ② * 별의 색과 광도 계급

[정답률 52%] 예상 문제

표는 별의 색과 광도 계급을 나타낸 것이다.

별	색	광도 계급
(가)	노란색	V
(나)	노란색	I
(다)	주황색	II

• 광도 계급이 작을수록 광도가 큼 → 광도는 (나) > (다) > (가)

• 별의 표면 온도: (가) = (나) > (다)

• 별의 반지름: (가) < (다) < (나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는대로 고른 것은? [3점]

[보기]

- ㄱ. 최대 에너지 세기를 갖는 파장은 (다)가 가장 짧다. 길다
→ 최대 에너지 세기를 갖는 파장은 표면 온도가 가장 낮은 (다)가 가장 길다
- ㄴ. 별의 반지름은 (가) < (다) < (나)이다.
→ 별의 반지름은 주계열성 (가) < 적색 거성 (다) < 초거성 (나) 순임
- ㄷ. 스펙트럼의 특성이 태양과 가장 유사한 별은 (나)이다. (가)
→ (가)는 태양과 표면 온도가 비슷하고, 광도 계급이 같은 별임

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄷ

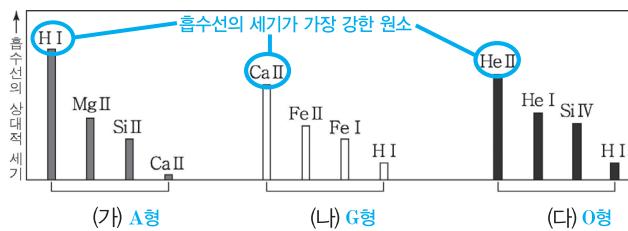
④ ㄱ, ㄷ

⑤ ㄴ, ㄷ

O 02 정답 ② * 별의 분광형과 특징

[정답률 42%] 2020(10월)/교육청 15

그림은 세 별 (가), (나), (다)의 스펙트럼에서 세기가 강한 흡수선 4개의 상대적 세기를 나타낸 것이다. (가), (나), (다)의 분광형은 각각 A형, O형, G형 중 하나이다.



이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는대로 고른 것은? [3점]

[보기]

- ㄱ. 표면 온도가 태양과 가장 비슷한 별은 (나)이다.
→ 태양의 분광형은 G2형임
- ㄴ. (나)의 구성 물질 중 가장 많은 원소는 Ca이다.
→ 별의 구성 물질 중 가장 많은 양을 차지하는 원소의 흡수선이 가장 강하게 나타나는 것이 아님
- ㄷ. 단위 시간당 단위 면적에서 방출되는 에너지양은 (나)가 (다)보다 적다.
→ 단위 시간당 단위 면적에서 방출되는 에너지양은 표면 온도의 네제곱에 비례함

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄱ, ㄴ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- ◆ 스펙트럼에 나타나는 광도 효과: 별의 표면 온도가 같더라도 광도에 따라 스펙트럼의 폭이 다르기 때문에 표면 온도와 광도를 모두 고려한 2차원적 분광 분류를 할 수 있다.
- (가) 광도 계급이 V이다. → 주계열성 → 스펙트럼의 특성이 태양과 가장 유사하다. → 거성보다 반지름이 작다.
 - (나) 광도 계급이 I이다. → 초거성
 - (다) 광도 계급이 II이고, 주황색이다. → 적색 거성이며, 노란색 별보다 표면 온도가 낮다. → 최대 에너지 세기를 갖는 파장이 가장 길다.

| 보기 분석 |

- ㄱ. 별빛을 파장에 따라 분류했을 때 최대 에너지 세기를 갖는 파장은 표면 온도가 높을수록 짧다. (가)와 (나)는 노란색이고 (다)는 주황색이므로, 표면 온도는 (다)가 가장 낮다. 따라서 최대 에너지 세기를 갖는 파장은 (다)가 가장 길다.
- ㄴ. 초거성은 광도 계급 I, 적색 거성은 II와 III, 주계열성은 V, 백색 왜성은 VII를 나타낸다. 따라서 (가)는 주계열성, (나)는 초거성, (다)는 거성이므로, 별의 반지름은 (가) < (다) < (나)이다.
- ㄷ. 스펙트럼의 특성은 표면 온도와 광도에 따라 2차원적 분류를 할 수 있다. (가)는 노란색이므로 태양과 표면 온도가 비슷하고, 광도 계급이 V이므로 태양과 같은 주계열성에 속한다. 따라서 스펙트럼의 특성이 태양과 가장 유사한 별은 (가)이다.

주의

| 문제+자료 분석 |

- ◆ 별의 분광형: 별은 표면 온도에 따라 스펙트럼의 흡수선이 다르게 나타나며, 표면 온도가 높은 것부터 분광형을 O, B, A, F, G, K, M형으로 구분한다.
- (가) H I 흡수선이 가장 강하게 나타난다. → 분광형이 A형인 별이다. → 태양 보다 표면 온도가 높다.
 - (나) Ca II 흡수선이 가장 강하게 나타난다. → 분광형이 G형인 별이다. → 태양과 표면 온도가 가장 비슷하다.
 - (다) He II 흡수선이 가장 강하게 나타난다. → 분광형이 O형인 별이다.

| 보기 분석 |

- ㄱ. 태양의 표면 온도는 약 6000 K이며 분광형은 G2형이다. 따라서 표면 온도가 태양과 가장 비슷한 별은 분광형이 G형인 (나)이다.
- ㄴ. (나)는 분광형이 G형인 별이다. 이 별에서는 Ca II 흡수선이 가장 강하게 나타나는데, Ca II 흡수선이 가장 강하게 나타나는 이유는 Ca 원소의 함량이 가장 많아서가 아니라, 표면 온도에 따라 각각의 원소가 주로 흡수하는 빛의 파장이 달라지고 이로 인해 결과적으로 흡수선의 세기가 달라지기 때문이므로 주의해야 한다. 활성
- ㄷ. 단위 시간당 단위 면적에서 방출되는 에너지양은 표면 온도의 네제곱에 비례한다. 표면 온도는 분광형이 O형인 (다)가 가장 높고, 분광형이 G형인 (나)가 가장 낮다. 따라서 단위 시간당 단위 면적에서 방출되는 에너지양은 (나)가 (다)보다 적다.

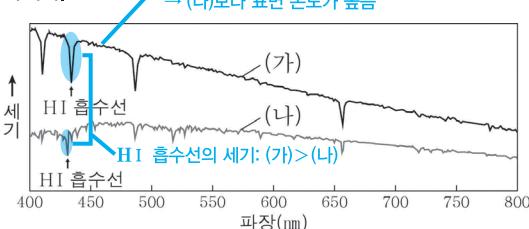
* 분광형에 따른 흡수선의 특징

분광형	흡수선의 특징
O형	이온화된 헬륨 흡수선(He II)이 강하다.
B형	중성 헬륨의 흡수선(He I)이 강하다.
A형	수소 흡수선(H I)이 강하다.
F형~K형	철(Fe), 칼슘(Ca) 등의 흡수선이 강하다.
M형	분자 흡수선(TiO)이 나타난다.

O 05 정답 ② * 별의 분광형과 흡수선

[정답률 78%] 2021(10월)/교육청 13

그림은 주계열성 (가)와 (나)가 방출하는 복사 에너지의 상대적인 세기를 파장에 따라 나타낸 것이다. (가)와 (나)의 분광형은 각각 A0형과 G2형 중 하나이다.



이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는대로 고른 것은? [3점]

[보기]

- ㄱ. H I 흡수선의 세기는 (가)가 (나)보다 약하다. 강하다
→ H I 흡수선의 세기는 분광형이 A형인 별이 G형인 별보다 강함
- ㄴ. 복사 에너지를 최대로 방출하는 파장은 (가)가 (나)보다 같다. 짧다
→ 복사 에너지를 최대로 방출하는 파장은 표면 온도가 높을수록 짧음
- ㄷ. 별의 반지름은 (가)가 (나)보다 크다.
→ 주계열성은 질량이 클수록 반지름이 크고 표면 온도가 높음

- ① ㄱ
④ ㄴ, ㄷ

- ② ㄷ
⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

- ③ ㄱ, ㄴ

| 문제+자료 분석 |

◆ 빈의 변위 법칙: 흐체가 최대 복사 에너지를 방출하는 파장(λ_{\max})은 표면 온도(T)가 높을수록 짧아진다.

$$\lambda_{\max} = \frac{a}{T} \quad (a = 2,898 \times 10^3 \mu\text{m} \cdot \text{K})$$

- 복사 에너지를 최대로 방출하는 파장은 (가)가 400 nm보다 짧고, (나)는 400 nm보다 길다. → 표면 온도는 (가)가 (나)보다 높다.
- H I 흡수선의 세기는 (가)가 (나)보다 강하다. → (가)는 분광형이 A0형이다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 표면 온도가 높은 O형, B형 별에서는 이온화된 헬륨(He II)이나 중성 헬륨(He I)의 흡수선이, 표면 온도가 낮은 K형, M형 별에서는 금속 원소와 분자에 의한 흡수선이 강하게 나타난다. 또한 표면 온도가 약 10000 K인 A형 별에서는 수소 흡수선(H I)이 강하게 나타난다. 그림에서 H I 흡수선은 (가)가 (나)보다 강하다.

ㄴ. 그림에서 복사 에너지를 최대로 방출하는 파장은 (나)가 (가)보다 길다.

ㄷ. 복사 에너지를 최대로 방출하는 파장은 (나)가 (가)보다 길므로, 빈의 변위 법칙에 의해 표면 온도는 (나)가 (가)보다 낮다. 따라서 (나)의 분광형은 G2형, (가)의 분광형은 A0형이다. (가)와 (나) 모두 주계열성이며, 주계열성은 질량이 클수록 표면 온도가 높고 반지름이 크므로, 별의 반지름은 표면 온도가 높은 (가)가 (나)보다 크다.

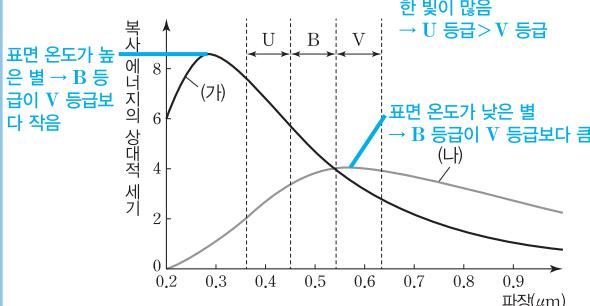
* 분광형

별의 표면 온도에 따라 스펙트럼을 O, B, A, F, G, K, M형의 7개로 분류하며, 각각의 분광형은 다시 고온의 0에서 저온의 9까지 10등급으로 세분한다. O형 별은 표면 온도가 가장 높고 파란색을 띠며, M형 별로 갈수록 표면 온도가 낮아지고 붉은색을 띤다.

O 06 정답 ① * 별의 색지수와 표면 온도

[정답률 60%] 예상 문제

그림은 두 별 (가), (나)의 파장에 따른 복사 에너지의 상대적 세기와 U, B, V 필터의 파장 영역을 나타낸 것이다. (나)는 U 필터보다 V 필터를 통과한 빛이 많음
→ U 등급 > V 등급



- (가): U 등급 < B 등급 < V 등급
- (나): U 등급 > B 등급 > V 등급
- 색지수: (가) < (나) → 표면 온도: (가) > (나)

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는대로 고른 것은? [3점]

[보기]

- ㄱ. (가)의 표면 온도는 태양보다 높다.
→ (가)는 자외선 영역의 빛을 많이 방출하므로 태양보다 표면 온도가 높음
- ㄴ. (나)는 U 등급보다 V 등급이 크다. 작다
→ (나)는 U 필터보다 V 필터를 통과한 빛이 많으므로 U 등급보다 V 등급이 작다
- ㄷ. 색지수(B-V)는 (가)가 (나)보다 크다. 작다
→ 표면 온도는 (가)가 (나)보다 높으므로 색지수는 (가)가 (나)보다 작음

- ① ㄱ
② ㄴ
③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ
⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

◆ 별의 표면 온도와 색지수: 색지수는 별의 표면 온도를 나타내는 척도로 사용되며, U, B, V 필터로 정해지는 겉보기 등급의 차를 이용한다. 별의 표면 온도가 높을수록 색지수(B-V)가 작다.

- (가) 자외선 영역의 빛을 많이 방출한다. → 태양보다 표면 온도가 높다.
- (나) U 필터보다 V 필터를 통과한 빛이 많다. → U 등급보다 V 등급이 작다.
- (가)는 (나)보다 표면 온도가 높다. → 색지수(B-V)가 작다.

| 보기 분석 |

ㄱ. (가)는 자외선 영역에 해당하는 U 필터 영역보다 파장이 더 짧은 영역에서 최대 복사 에너지 세기를 갖는다. 표면 온도가 높을수록 짧은 파장의 빛을 많이 방출하므로 (가)는 태양보다 표면 온도가 높다.

ㄴ. (나)는 U 필터 영역보다 V 필터 영역을 통과하는 빛이 더 많다. 따라서 U 등급보다 V 등급이 작다.

ㄷ. 색지수(B-V)는 B 등급에서 V 등급을 뺀 값이다. (가)는 표면 온도가 높아 B 등급이 V 등급보다 작고, (나)는 표면 온도가 낮아 B 등급이 V 등급보다 크다. 따라서 색지수(B-V)는 (가)가 (나)보다 작다.

색지수는 표면 온도에 반비례함

주의

* 색지수와 표면 온도

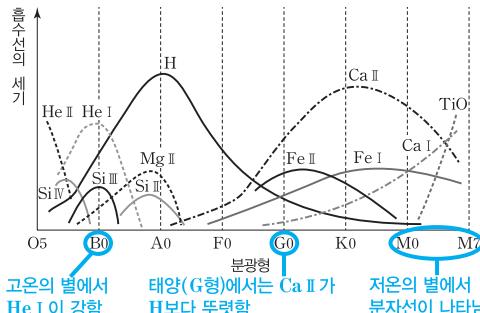
표면 온도가 높은 별은 파장이 짧은 자외선과 파란색 부근에서 에너지를 많이 방출하므로 B 등급이 작지만, 파장이 긴 붉은색 부근에서는 에너지를 적게 방출하므로 V 등급이 크다. 즉, 별의 표면 온도가 높을수록 색지수(B-V)는 작아지고, 표면 온도가 낮을수록 색지수(B-V)는 커진다. ⇒ (B-V) 또는 (U-B)가 작을수록 표면 온도가 높은 별이다.

O 07 정답 ①

* 별의 분광형에 따른 흡수선의 세기

[정답률 65%] 예상 문제

그림은 별의 분광형에 따른 흡수선의 세기를 나타낸 것이다.



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

[보기]

- 그 별의 표면 온도가 낮을수록 분자 흡수선이 잘 나타난다.
→ TiO 분자 흡수선은 저온의 별(M형)에서 잘 나타남
- ㄴ. 태양 스펙트럼에서는 칼슘 흡수선보다 헬륨 흡수선이 뚜렷하다. → 태양(G형)에서는 Ca II 흡수선이 매우 강함
 - ㄷ. 적색 거성의 스펙트럼에서는 칼슘 흡수선보다 헬륨 흡수선이 뚜렷하다. → 적색 거성은 표면 온도가 낮으므로 He I 흡수선보다 Ca II 흡수선이 뚜렷함

① ㄱ

② ㄷ

③ ㄱ, ㄴ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

◆ 분광형과 흡수선의 세기: 표면 온도가 낮은 K형, M형 별에서는 금속 원소와 분자에 의한 흡수선이 강하게 나타난다.

- 태양은 분광형이 G형이다. → 칼슘 흡수선이 뚜렷하다.
- 적색 거성은 표면 온도가 낮다. → 헬륨 흡수선보다 칼슘 흡수선이 뚜렷하다.

| 보기 분석 |

그 분자 흡수선 TiO는 분광형이 M형인 별에서 잘 나타난다. 따라서 별의 표면 온도가 낮을수록 분자 흡수선이 잘 나타나는 것을 알 수 있다.

ㄴ. 태양의 분광형은 G2형이다. 따라서 태양 스펙트럼에서는 Ca II 흡수선이 He I 흡수선보다 뚜렷하게 나타난다.

ㄷ. 적색 거성은 태양보다 표면 온도가 낮으며, 분광형이 대체로 K형, M형인 것을 알아 두어야 한다. 따라서 적색 거성의 스펙트럼에서는 Ca II 흡수선이 He I 흡수선보다 뚜렷하다.

적색 거성은 광도는 크지만 표면 온도가 낮으므로 He I 흡수선이 약함

합정

* 별의 분광형과 표면 온도

(1) 분광형: 별의 표면 온도에 따라 스펙트럼을 O, B, A, F, G, K, M형의 7개로 분류하며, O형과 M형을 제외한 각각의 분광형은 다시 고온의 0에서 저온의 9까지 10단계로 세분된다.

(2) 별의 분광형과 표면 온도: O형 별은 표면 온도가 가장 높고 파란색을 띠며, M형 별로 갈수록 표면 온도가 낮아지고 붉은색을 띤다.

(3) 별의 표면 온도와 스펙트럼 흡수선: 별의 표면 온도에 따라 이온화되는 정도가 다르고, 각각 가능한 이온화 단계에서 특정한 흡수선을 형성하기 때문에 별빛의 스펙트럼에는 별마다 다양한 흡수선이 나타난다.

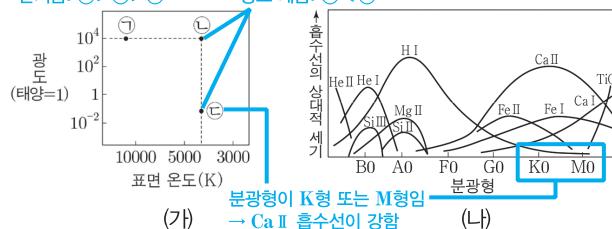
O 08 정답 ①

* 별의 물리량과 스펙트럼의 특징

[정답률 81%] 2023 대비 9월 모평 6

그림 (가)는 H-R도에 별 ⑦, ⑧, ⑨을, (나)는 별의 분광형에 따른 흡수선의 상대적 세기를 나타낸 것이다.

반지름: ⑨ > ⑦ > ⑧ 광도 계급: ⑨ < ⑧



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

- 그 반지름은 ⑨이 ⑧보다 작다.
→ ⑨과 ⑧의 광도가 같으므로 반지름은 표면 온도가 높은 ⑨이 ⑧보다 작음
- ㄴ. 광도 계급은 ⑨과 ⑧이 같다.
→ 광도 계급은 광도가 큰 ⑨이 ⑧보다 작음
- ㄷ. ⑨에서는 H I 흡수선이 Ca II 흡수선보다 강하게 나타난다.
→ ⑨은 태양보다 표면 온도가 낮으므로 H I 흡수선이 Ca II 흡수선보다 약하게 나타남

① ㄱ

② ㄴ

③ ㄱ, ㄷ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

◆ 별의 스펙트럼: 별은 표면 온도에 따라 원소의 이온화 정도가 다르므로 특정한 흡수선 세기가 다르게 나타난다. 흡수선의 종류와 세기에 따라 분광형을 나눈다.

• (가) 별의 반지름(R)은 광도(L)가 클수록, 표면 온도(T)가 낮을수록 크다.
 $\rightarrow L = 4\pi R^2 \cdot \sigma T^4 \rightarrow R \propto \sqrt{\frac{L}{T^2}}$ 이므로 반지름은 ⑨ > ⑦ > ⑧이다.

• (가) ⑨: 표면 온도가 3000~5000 K 사이이다. → 분광형이 K형 또는 M형이다. → Ca II 흡수선이 강하게 나타난다.

• 광도 계급은 별을 I ~ VII로 분류하며, 분광형이 같을 때 광도 계급의 숫자가 클수록 별의 반지름과 광도가 작아진다.

• 표면 온도가 같을 경우 광도가 클수록 광도 계급이 작다. → 광도 계급은 ⑨ < ⑧이다.

| 보기 분석 |

그 (가)에서 별의 광도는 ⑨과 ⑧이 같고, 표면 온도는 ⑨이 ⑧보다 높으므로 반지름은 ⑨이 ⑧보다 작다.

ㄴ. 광도 계급은 별의 표면 온도와 광도를 고려하여 별을 분류한 것이다. 표면 온도가 같을 때, 광도 계급은 광도가 클수록 작다. ⑨과 ⑧은 표면 온도가 같고, 광도는 ⑨이 ⑧보다 크므로 광도 계급은 ⑨이 ⑧보다 작다.

ㄷ. ⑨은 분광형이 G형인 태양보다 표면 온도가 낮은 별이다. 따라서 ⑨에서는 Ca II 흡수선이 H I 흡수선보다 강하게 나타난다.

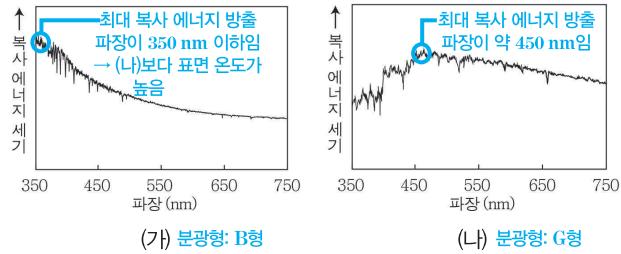
* 광도 계급

같은 분광형을 가지는 별들의 스펙트럼에 나타나는 흡수선의 선폭을 비교하여 별의 크기를 알 수 있고, 이를 이용하여 광도를 결정할 수 있다. 이와 같은 방법을 이용하면 같은 분광형을 가진 별들을 광도에 따라 분류할 수 있는데, 이를 광도 계급이라고 한다. 광도 계급의 숫자가 작을수록 별의 광도가 크다.

O 09 정답 ② * 별의 물리량

[정답률 64%] 2021(3월)/교육청 17

그림은 두 주계열성 (가)와 (나)의 파장에 따른 복사 에너지 세기의 분포를 나타낸 것이다. (가)와 (나)의 분광형은 각각 B형과 G형 중 하나이다. G형보다 표면 온도가 높음



이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는대로 고른 것은?

[보기]

- ㄱ. 표면 온도는 (가)가 (나)보다 낮다. 높다
→ 최대 복사 에너지를 방출하는 파장이 길수록 표면 온도가 낮음
- ㄴ. 질량은 (가)가 (나)보다 작다. 크다
→ 표면 온도가 높은 (가)가 (나)보다 질량이 큼
- ㄷ. 태양의 파장에 따른 복사 에너지 세기의 분포는 (가)보다 (나)와 비슷하다.
→ 태양의 분광형은 G2형이므로 표면 온도는 (가)보다 (나)와 비슷함

① ㄱ
④ ㄴ, ㄷ

② ㄷ
⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

③ ㄱ, ㄴ

| 문제+자료 분석 |

- ◆ 플랑크 곡선과 빈의 변위 법칙: 플랑크 곡선은 흑체가 복사하는 파장에 따른 복사 에너지의 세기를 나타낸 곡선으로, 최대 복사 에너지를 방출하는 파장은 표면 온도가 높을수록 짧아진다.
- 최대 복사 에너지를 방출하는 파장은 (가)가 (나)보다 짧다. → (가)는 (나)보다 표면 온도가 높다.
- 분광형이 B형인 별은 G형인 별보다 표면 온도가 높다. → (가)의 분광형은 B형이고, (나)의 분광형은 G형이다.
- (가)와 (나)는 모두 주계열성이다. → 주계열성은 질량이 클수록 표면 온도가 높다. → (가)는 (나)보다 질량이 크다.

| 보기 분석 |

- ㄱ. 최대 복사 에너지를 방출하는 파장은 (가)가 (나)보다 짧으므로, 표면 온도는 (가)가 (나)보다 높다.

- ㄴ. 주계열성은 표면 온도가 높을수록 질량과 반지름 및 광도가 크다. 따라서 질량은 표면 온도가 높은 (가)가 (나)보다 크다.

주계열성은 $H - R$ 도에서 왼쪽 위에 분포할수록 표면 온도가 높고 광도가 크며 반지름과 질량이 큼



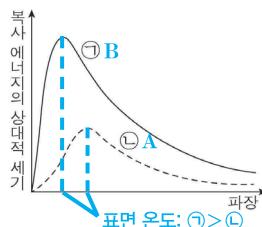
- ㄷ. 별의 표면 온도에 따라 스펙트럼을 O, B, A, F, G, K, M형의 7개로 분류하며, 각각의 분광형은 다시 고온의 0에서 저온의 9까지 10등급으로 세분한다. O형 별은 표면 온도가 가장 높고 파란색을 띠며, M형 별로 갈수록 표면 온도가 낮아지고 붉은색을 띤다. 그림에서 최대 복사 에너지를 방출하는 파장은 (가)가 (나)보다 짧으므로 분광형은 (가)가 B형, (나)가 G형이다. 태양은 표면 온도가 약 5800 K인 노란색 별로, 분광형은 G2형이다. 따라서 태양의 파장에 따른 복사 에너지 세기의 분포는 (가)보다 (나)와 비슷하다.

O 10 정답 ① * 별의 물리량

[정답률 66%] 2022 실시 3월 학평 16

표는 별 A, B의 표면 온도와 반지름을, 그림은 A, B에서 단위 면적당 단위 시간에 방출되는 복사 에너지의 파장에 따른 세기를 ⑦과 ⑧으로 순서 없이 나타낸 것이다.

별	A	B 흰색 별
표면 온도(K)	5000	10000
반지름(상댓값)	2	1
광도(상댓값)	1	4



이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는대로 고른 것은?

[보기]

- ㄱ. A는 ⑦에 해당한다.
→ A는 B보다 표면 온도가 낮으므로 ⑦에 해당함
- ㄴ. B는 붉은색 별이다.
→ B는 표면 온도가 10000 K이므로 흰색 별임
- ㄷ. 별의 광도는 A가 B의 1배이다.
→ 표면 온도는 A가 B의 $\frac{1}{2}$ 배이고 반지름은 A가 B의 2배이므로, 광도는 A가 B의 $\frac{1}{4}$ 배임

① ㄱ
④ ㄴ, ㄷ

② ㄷ
⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

| 문제+자료 분석 |

- ◆ 플랑크 곡선: 흑체가 복사하는 파장에 따른 복사 에너지의 세기를 나타낸 곡선이다. 곡선과 가로축이 이루는 면적은 표면 온도의 4제곱에 비례하고, 최대 복사 에너지를 방출하는 파장은 표면 온도에 반비례한다.

- 표면 온도는 A가 B의 $\frac{1}{2}$ 배이다. → 최대 복사 에너지를 방출하는 파장은 A가 B의 2배이다. → ⑦은 B이고, ⑧은 A이다.
- 광도(L)는 표면 온도(T)와 반지름(R)에 의해 결정된다.
→ $L = 4\pi R^2 \cdot \sigma T^4$ (σ : 슈테판 · 볼츠만 상수)

| 보기 분석 |

- ㄱ. 표에서 표면 온도는 A가 B보다 낮고, 그림에서 최대 복사 에너지를 방출하는 파장은 ⑦이 ⑧보다 짧다. 표면 온도와 최대 복사 에너지를 방출하는 파장은 반비례하므로 A는 ⑧, B는 ⑦에 해당한다.

- ㄴ. B는 표면 온도가 10000 K이므로 분광형이 A형이고, 흰색 별이다.

- ㄷ. 별의 광도는 반지름의 제곱과 표면 온도의 4제곱을 곱한 값에 비례한다. 표면 온도는 A가 B의 $\frac{1}{2}$ 배이고 반지름은 A가 B의 2배이므로, 광도는 A가 B의 $\frac{1}{4}$ 배이다.

별을 관측하면 하나의 점으로 보이므로 반지름을 직접 관측할 수 없음 → 별의 광도와 표면 온도를 이용하여 별의 반지름을 간접적으로 구해야 함



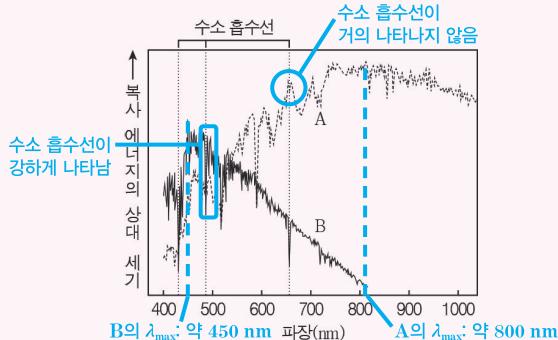
* 별의 색과 표면 온도

별은 거의 흑체와 같이 복사하므로, 별의 표면 온도가 높을수록 최대 복사 에너지를 방출하는 파장이 짧아 파란색을 띠고, 표면 온도가 낮을수록 최대 복사 에너지를 방출하는 파장이 길어 붉은색을 띤다.

O 42 정답 ⑤ [정답률 39%] ★ 1등급 퀄리

그림은 서로 다른 두 별 A와 B에서 방출되는 복사 에너지의 상대 세기와 수소 흡수선의 파장을 나타낸 것이다.

2020(4월)/교육청 14



별 A와 B를 비교한 설명으로 옳지 않은 것은? [3점]

- ① 광도는 A가 크다.
→ 별의 광도는 그래프 아래쪽 면적에 해당함
- ② 반지름은 A가 크다.
→ A는 B보다 광도가 크고 표면 온도가 낮으므로 반지름이 큼
- ③ 표면 온도는 B가 높다.
→ 별이 최대 에너지를 방출하는 파장이 짧을수록 표면 온도가 높음
- ④ 수소 흡수선의 세기는 B가 크다.
→ 수소 흡수선이 나타나는 파장에서 복사 에너지의 상대 세기의 감소폭은 A보다 B 가 큼
- ⑤ 단위 시간당 동일한 면적에서 방출되는 복사 에너지는 A가 크다. 작다
→ 표면 온도가 높을수록 단위 시간당 동일한 면적에서 방출되는 복사 에너지가 큼

★ 별의 복사 에너지 상대 세기와 수소 흡수선의 파장 자료를 해석하여 별의 물리량을 비교하는 문항이다.

별 B는 A에 비해 최대 복사 에너지 방출 파장(λ_{\max})이 짧고 파장에 따른 복사 에너지의 상대 세기 곡선 아래쪽 면적이 작은데, 이를 이용하여 별 A와 B의 광도, 표면 온도, 반지름 등을 비교해야 한다.

별의 표면 온도는 최대 세기의 에너지를 방출하는 파장에 반비례하는 것이 이 문제 풀이의 핵심 KEY이다.

출제 개념: 별의 광도, 표면 온도, 반지름, 수소 흡수선

| 문제 풀이 순서 |

step 1 그레프를 해석하여 A와 B의 광도와 표면 온도를 비교한다.

1. 그레프에서 A와 B의 파장에 따른 복사 에너지의 상대 세기 곡선 아래쪽의 면적을 이용하여 광도를 비교한다.

- 곡선 아래쪽 면적은 별이 단위 시간당 방출하는 에너지양에 해당한다.
- 곡선 아래쪽 면적은 A가 B보다 넓으므로, 광도는 A가 B보다 크다.

2. 최대 복사 에너지 방출 파장(λ_{\max})을 이용하여 A와 B의 표면 온도를 비교한다.

- 빈의 법칙: 흐체의 최대 에너지 방출 파장(λ_{\max})은 표면 온도(T)가 높을수록 짧아진다.

$$\lambda_{\max} = \frac{a}{T} \quad (a = 2,898 \times 10^3 \mu\text{m} \cdot \text{K})$$

- 최대 복사 에너지 방출 파장(λ_{\max})은 B가 A보다 짧다. 따라서 표면 온도는 B가 A보다 높다.

step 2 광도와 표면 온도를 이용하여 A와 B의 반지름을 비교한다.

1. 별의 반지름을 결정하는 방법을 이해한다.

- 별의 광도(L)는 반지름(R)의 제곱과 표면 온도(T)의 4제곱에 비례한다.
$$L = 4\pi R^2 \cdot \sigma T^4 \quad (\sigma = 5.670 \times 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4})$$
- 별의 광도와 표면 온도를 알면 반지름을 구할 수 있으며, 별의 반지름은 광도의 제곱근에 비례하고, 표면 온도의 제곱에 반비례한다.

$$R \propto \sqrt{\frac{L}{T^2}}$$

2. A와 B의 반지름을 비교한다.

- A는 B보다 파장에 따른 복사 에너지의 상대 세기 곡선 아래쪽의 면적이 넓으므로 광도가 크고, 최대 복사 에너지 방출 파장(λ_{\max})이 길므로 표면 온도가 낮다.
- 따라서 A는 B보다 반지름이 크다.

step 3 A와 B의 수소 흡수선의 세기와 단위 시간당 동일한 면적에서 방출되는 복사 에너지를 비교한다.

1. 그레프에서 수소 흡수선의 세기를 비교하는 방법을 이해한다.

- 수소 흡수선이 나타나는 파장에서 복사 에너지의 세기가 크게 감소할수록 수소 흡수선의 세기가 크다.
- 수소 흡수선이 나타나는 파장에서 복사 에너지의 세기가 A는 거의 감소하지 않은 반면, B는 상대적으로 많이 감소하였다.
- 따라서 수소 흡수선의 세기는 B가 A보다 크다.

2. 슈테판·볼츠만 법칙을 이용하여 단위 시간당 단위 면적에서 방출되는 복사 에너지양을 비교한다.

- 슈테판·볼츠만 법칙: 흐체가 단위 시간당 단위 면적에서 방출하는 에너지양(E)은 표면 온도(T)의 4제곱에 비례한다.
$$E = \sigma T^4$$
- 별이 최대 세기의 에너지를 방출하는 파장은 B가 A보다 짧으므로, 표면 온도는 B가 A보다 높다.
- 따라서 단위 시간당 동일한 면적에서 방출되는 복사 에너지양은 B가 A보다 많다.

| 선택지 분석 |

① 광도는 A가 크다. (X)

- 그레프에서 흐체 복사 곡선의 아래쪽 면적은 B보다 A가 크다.
- 별이 단위 시간당 방출하는 총 에너지양(광도)은 B보다 A가 많다.
- 따라서 광도는 B보다 A가 크다.

② 반지름은 A가 크다. (X)

- 별의 광도는 반지름의 제곱과 표면 온도의 4제곱에 비례한다.
- 별의 반지름은 광도의 제곱근에 비례하고, 표면 온도의 제곱에 반비례하는데, A는 B보다 광도는 크고 표면 온도는 낮다.
- 따라서 반지름은 B보다 A가 크다.

③ 표면 온도는 B가 높다. (X)

- 별이 최대 에너지를 방출하는 파장이 짧을수록 표면 온도가 높다.
- 별이 최대 에너지를 방출하는 파장은 A(약 800 nm)보다 B(약 450 nm)가 짧다.
- 따라서 별의 표면 온도는 A보다 B가 높다.

④ 수소 흡수선의 세기는 B가 크다. (X)

- 수소 흡수선이 나타나는 파장에서 복사 에너지의 상대 세기의 감소폭은 A보다 B가 크다.
- 따라서 수소 흡수선의 세기는 A보다 B가 크다.

⑤ 단위 시간당 동일한 면적에서 방출되는 복사 에너지는 A가 크다. (O)

- 단위 시간당 단위 면적에서 방출되는 복사 에너지는 표면 온도의 4제곱에 비례한다.
- 표면 온도는 B보다 A가 낮다.
- 따라서 단위 시간당 동일한 면적에서 방출되는 복사 에너지는 B보다 A가 작다.

★ 정답은 ⑤이다.





문제 풀이 Tip

- 별의 반지름은 광도의 제곱근에 비례하고, 표면 온도의 제곱에 반비례하는 것을 암기해 두면 문제 풀이 시간을 줄일 수 있다.
- 별의 반지름을 비교하는 지문이 나오면 먼저 광도와 표면 온도를 파악하고, $R \propto \sqrt{\frac{L}{T^2}}$ 의 식을 이용하면 반지름을 쉽게 비교할 수 있다.
- 별의 표면 온도는 별이 최대 복사 에너지를 방출하는 파장(λ_{\max})에 반비례하는 것을 암기해 두자.
- 별의 표면 온도를 비교하는 지문이 나오면 별이 최대 복사 에너지를 방출하는 파장(λ_{\max})을 비교하면 된다.

* 별의 분광형과 흡수선의 상대적 세기 ★ 1등급 핵심 개념

(1) 분광 관측과 흡수 스펙트럼

분광 관측	<ul style="list-style-type: none"> 분광기를 사용하여 전자기파를 파장별로 분산시켜서 나타난 스펙트럼을 관측하는 것을 분광 관측이라고 한다. 분광 관측은 별의 물리량 파악에 중요한 역할을 한다.
흡수 스펙트럼	<ul style="list-style-type: none"> 별의 대기에 존재하는 원소들은 별의 표면 온도에 따라 스펙트럼의 특정한 영역에서 흡수선을 형성하므로, 흡수 스펙트럼선의 종류와 세기는 별의 표면 온도에 따라 달라진다. 연속 스펙트럼이 나타나는 빛을 온도가 낮은 기체에 통과시키면 연속 스펙트럼 위에 검은색 선(흡수선)들이 나타나는데, 이를 흡수 스펙트럼이라고 한다. 별의 대기에 존재하는 저온의 기체가 별이 방출하는 빛 중에서 특정 파장의 빛을 흡수할 때 흡수 스펙트럼이 나타난다.

(2) 별의 분광형과 표면 온도: 별의 표면 온도에 따라 스펙트럼을 O, B, A, F, G, K, M형의 7개로 분류하며, 각각의 분광형은 다시 고온의 0에서 저온의 9까지 10등급으로 세분한다. O형 별은 표면 온도가 가장 높고 파란색을 띠며, M형 별로 갈수록 표면 온도가 낮아지고 붉은색을 띤다.

(3) 별의 분광형과 흡수선의 상대적 세기

- 별의 표면 온도에 따라 이온화되는 정도가 다르고, 각각 가능한 이온화 단계에서 특정한 흡수선을 형성하기 때문에 별빛의 스펙트럼에는 별마다 다양한 흡수선이 나타난다.
- 표면 온도가 높은 O형, B형 별에서는 이온화된 헬륨(He II)이나 중성 헬륨(He I)의 흡수선이 강하게 나타난다.
- 표면 온도가 낮은 K형, M형 별에서는 금속 원소와 분자에 의한 흡수선이 강하게 나타난다.
- 표면 온도가 약 10000 K인 A형 별에서는 중성 수소(H I) 흡수선이 강하게 나타난다.
- 태양은 표면 온도가 약 5800 K인 노란색 별로, 이온화된 칼슘(Ca II) 흡수선이 가장 강하게 나타나며, 분광형은 G2형이다.

* 별의 색과 표면 온도 ★ 1등급 핵심 개념

(1) 별의 색과 표면 온도: 별은 거의 흑체와 같이 복사하므로, 별의 표면 온도가 높을수록 최대 세기로 에너지를 방출하는 파장이 짧아 파란색을 띠고, 표면 온도가 낮을수록 최대 세기로 에너지를 방출하는 파장이 길어 붉은색을 띤다.

(2) 색지수와 표면 온도

색지수	<ul style="list-style-type: none"> 서로 다른 파장 영역에서 측정한 등급의 차이이다. U는 자외선 영역, B는 파란색 영역, V는 노란색 영역에서 측정한 등급이다.
색지수와 표면 온도	<ul style="list-style-type: none"> 표면 온도가 높은 별은 파장이 짧은 자외선과 파란색 부근에서 에너지를 많이 방출하므로 B 등급이 작지만, 파장이 긴 붉은색 부근에서는 에너지를 적게 방출하므로 V 등급이 크다. 즉, 별의 표면 온도가 높을수록 색지수(B-V)는 작아지고, 표면 온도가 낮을수록 색지수(B-V)는 커진다. (B-V) 또는 (U-B)가 작을수록 표면 온도가 높은 별이다. 분광형이 A0형인 별의 (B-V)는 0이고, G2형인 태양의 (B-V)는 약 +0.66이다.

O 43 정답 ⑤ [정답률 38%] ★ 1등급 퀄러

표는 태양과 별 (가), (나), (다)의 물리량을 나타낸 것이다. (가), (나), (다) 중 주계열성은 2개이고, (나)와 (다)의 겉보기 밝기는 같다.

태양보다 질량이 큰 주계열성

2023 대비 수능 16

→ 태양보다 CNO 순환 반응에 의한 에너지 생성량이 많음

별	복사 에너지를 최대로 방출하는 파장(μm)	절대 등급	반지름 (태양=1)
태양	0.50	+4.8	1
(가)	(①) 0.25	-0.2	2.5
(나)	0.10	(-5.2)	4
(다)	0.25	+9.8	($\frac{1}{40}$)

광도는 (나)가 (다)보다 10^6 배 크므로 거리는 (나)가 (다)보다 10^3 배 멀

이 자료에 대한 설명으로 옳은 것만을 [보기]에서 있는 대로 고른 것은?

[보기]

ㄱ. ①은 0.125이다.

→ ①은 0.25임

ㄴ 중심핵에서의 $p-p$ 반응에 의한 에너지 생성량은 CNO 순환 반응에 의한 에너지 생성량은

(나)가 태양보다 작다.

→ (나)는 태양보다 질량이 크고 중심부 온도가 높은 별임

ㄷ 지구로부터의 거리는 (나)가 (다)의 1000배이다.

→ (나)와 (다)의 겉보기 밝기가 같으므로 지구로부터의 거리는 (나)가 (다)의 1000배임

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

★ 절대 등급과 반지름을 비교하여 주계열성 여부와 수소 핵융합 반응의 종류에 따른 에너지 생성량을 비교하고, 빈의 변위 법칙과 슈테판·볼츠만 법칙을 이용하여 별의 물리량을 정량적으로 계산하는 문항이다.

주계열성은 광도가 클수록 중심핵 온도가 높고, 중심핵 온도가 높을수록 CNO 순환 반응에 의한 에너지 생성량의 비율이 커진다는 사실을 알고 있어야 한다. 또한 별의 겉보기 밝기는 거리의 제곱에 반비례함을 이용하여 별까지의 거리를 비교하는 것이 문제 풀이의 핵심 KEY이다.

출제 개념: 복사 법칙과 별의 물리량

| 문제 풀이 순서 |

step 1 복사 법칙을 이용하여 별의 상대적인 물리량을 구한다.

1. 절대 등급과 광도 관계: 절대 등급이 5등급 차이날 때 광도 비는 100배이다.

• (가)는 태양보다 절대 등급이 5등급 작다. → 광도는 (가)가 태양의 100배이다.

2. 슈테판·볼츠만 법칙: 광도를 L , 반지름을 R , 표면 온도를 T 라고 할 때 다음과 같은 관계가 성립한다. $\Rightarrow L = 4\pi R^2 \cdot \sigma T^4$ (σ : 슈테판·볼츠만 상수)

• (가)는 광도가 태양의 100배, 반지름이 태양의 2.5배이므로 표면 온도는 태양의 2배이다. $\Rightarrow 100 \propto 2.5^2 \times T^4$, $T = 2$ 배

3. 빈의 변위 법칙: 흑체가 최대 복사 에너지를 방출하는 파장(λ_{\max})은 표면

온도(T)가 높을수록 짧다. $\Rightarrow T \propto \frac{1}{\lambda_{\max}}$

• (가)는 표면 온도가 태양의 2배이므로 최대 복사 에너지를 방출하는 파장(λ_{\max})은 태양의 0.5배이다. → ①은 0.25이다.

4. (나)와 (다)의 물리량을 구한다.

• (나)는 λ_{\max} 가 태양의 0.2배이므로 표면 온도는 태양의 5배이고, 반지름은 태양의 4배이므로 광도는 태양의 $4^2 \times 5^4 = 10000$ 배이다. → 광도가 태양의 10000배이므로 절대 등급은 태양보다 10등급 크므로 광도는 태양의 $\frac{1}{100}$ 배이다. → 반지름은 태양의

$\sqrt{\frac{1}{100}} = \frac{1}{10}$ 배이다.

$$\sqrt{\frac{1}{100}} = \frac{1}{10} \text{ 배이다.}$$

step 2 별의 물리량을 이용하여 주계열성을 찾는다.

- 주계열성은 광도가 클수록 반지름이 크고 표면 온도가 높다.
- (가)와 (나)는 태양보다 광도와 반지름이 크고 표면 온도가 높다.
- (다)는 태양보다 표면 온도가 높지만 반지름이 작다.
- (가), (나), (다) 중 주계열성은 (가)와 (나)이다.

step 3 별의 밝기와 거리 관계를 이용하여 지구로부터의 거리를 비교한다.

- 별의 겉보기 밝기는 거리의 제곱에 반비례한다.
- 절대 등급은 (나)가 -5.2 등급, (다)가 $+9.8$ 등급이다. → 광도는 (나)가 (다)의 10^6 배이다.
- (나)와 (다)는 겉보기 밝기가 같다. → (나)가 (다)보다 10^6 배 밝지만, 거리가 10^3 배 멀면 겉보기 밝기가 동일하게 관측된다.

| 보기 분석 |

ㄱ. ⑦은 0.1250이다. (X)

- (가)는 절대 등급이 태양보다 5등급 작으므로 광도는 태양의 100배이다.
- (가)는 반지름이 태양의 2.5배, 광도가 100배이므로 표면 온도는 태양의 2배이다.
- 복사 에너지를 최대로 방출하는 파장은 표면 온도에 반비례하므로 ⑦은 태양의 $\frac{1}{2}$ 배인 0.25이다.

ㄴ. 중심핵에서의 $p-p$ 반응에 의한 에너지 생성량은 (나)가 태양보다 작다. (O)

- (나)는 태양보다 반지름이 큰 주계열성이므로 질량이 태양보다 크다.
- 따라서 (나)는 중심핵 온도가 태양보다 높으므로 $p-p$ 반응보다 CNO 순환 반응에 의한 에너지 생성량이 많다.

ㄷ. 지구로부터의 거리는 (나)가 (다)의 1000배이다. (O)

- (나)는 반지름이 태양의 4배, 표면 온도가 태양의 5배이므로 광도는 태양의 $4^2 \times 5^4 = 10000$ 배이고, 절대 등급은 -5.2 등급이다.
- (다)는 절대 등급이 $+9.8$ 등급이므로 광도가 태양의 $\frac{1}{100}$ 배이다. 따라서 광도는 (나)가 (다)의 10^6 배이다.
- 겉보기 밝기는 거리의 제곱에 반비례하는데, (나)와 (다)의 겉보기 밝기가 같으므로 지구로부터의 거리는 (나)가 (다)의 10^3 배이다.

★ 정답은 ⑤ ㄴ., ㄷ.이다.



문제 풀이 Tip

- 주계열성의 물리적 특성을 이해하고 있어야 한다.
- 주계열성은 질량이 클수록 광도와 반지름이 크고, 표면 온도와 중심부 온도가 높다.
- 별은 흑체에 가까우므로 흑체 복사 법칙을 적용할 수 있다.
- 빈의 변위 법칙, 슈테판·볼츠만 법칙을 알고 있어야 한다.
- 빈의 변위 법칙: $T \propto \frac{1}{\lambda_{\text{max}}}$
- 슈테판·볼츠만 법칙: $L = 4\pi R^2 \cdot \sigma T^4$ (σ : 슈테판·볼츠만 상수)



조해인 2023 수능 응시·서울 목동고 졸

전형적인 별의 물리량 계산 문제야. 이런 문제는 비율 관계를 통해 계산을 빠르고 간단하게 하는 것이 포인트라고 할 수 있어. 이번 문제는 수식 계산이 복잡하지 않았어. ㄴ.은 주계열성의 질량이 클수록 CNO 순환 반응에 의한 에너지 생성량이 많다는 것을 적용하여 풀었어.

* 주계열성

★ 1등급 핵심 개념

(1) 주계열 단계

- 원시별의 중심부 온도가 약 1000만 K에 이르면 별의 중심부에서 일어나는 수소 핵융합 반응에 의해 에너지를 생성한다.
- 수소 핵융합 반응에 의해 별의 내부 온도가 상승하여 기체 압력이 커지면 별의 중력과 내부 기체 압력 차에 의한 힘이 평형을 이루는 정역학 평형 상태에 도달하고, 별의 반지름은 거의 일정하게 유지된다.
- 별의 일생 중 약 90 %를 머무르는 가장 안정적인 단계로, 관측되는 별 중에서는 주계열성이 가장 많다. 질량이 큰 별일수록 중심부의 온도가 높아 수소 핵융합 반응이 빠르게 일어나 수소를 빨리 소비하기 때문에 별이 주계열 단계에 머무르는 기간이 짧아진다.

(2) 주계열성의 특징

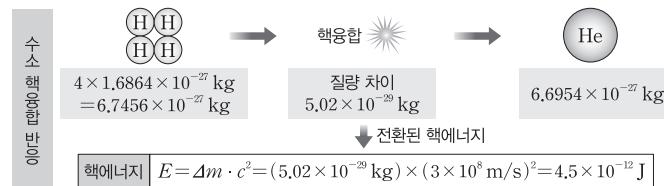
주계열성의 질량 - 광도 관계	주계열성은 질량이 큰 별일수록 광도가 크다. 주계열성의 겉보기 등급을 관측하고 별까지의 거리를 이용하여 절대 등급을 구하면, 질량 - 광도 관계를 이용하여 별의 질량을 간접적으로 구할 수 있다.
주계열성의 질량 - 반지름 관계	주계열성의 경우 질량이 큰 별일수록 반지름이 크다.

* 주계열성의 에너지원

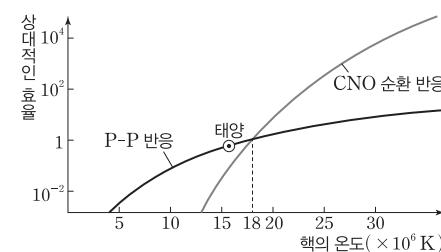
★ 1등급 핵심 개념

(1) 주계열성의 에너지원

- 온도가 1000만 K 이상인 주계열성의 중심부에서는 수소 핵융합 반응에 의해 에너지를 생성한다.
- 4개의 수소 원자핵이 융합하여 만들어진 헬륨 원자핵 1개의 질량은 4개의 수소 원자핵을 합한 질량에 비해 약 0.7 %가 작아 질량 결손이 발생한다. 이 질량 결손(Δm)은 아인슈타인의 질량 · 에너지 등가 원리에 따라 에너지(E)로 전환된다.

(2) 수소 핵융합 반응: 수소 핵융합 반응에는 양성자 · 양성자 반응($P-P$ 반응)과 탄소 · 질소 · 산소 순환 반응(CNO 순환 반응)이 있다.

- 양성자 · 양성자 반응($P-P$ 반응)은 수소 원자핵 6개가 여러 반응 단계를 거치는 동안 헬륨 원자핵 1개와 수소 원자핵 2개로 바뀌면서 에너지를 생성하는 과정이다.
- 탄소 · 질소 · 산소 순환 반응(CNO 순환 반응)은 4개의 수소 원자핵이 1개의 헬륨 원자핵으로 바뀌면서 에너지를 생성하는 과정에서 탄소, 질소, 산소가 축매 역할을 한다.
- 중심부 온도가 1800만 K 이하인 주계열 하단부의 별은 양성자 · 양성자 반응($P-P$ 반응)이 우세하게 일어나고, 중심부 온도가 1800만 K 이상인 주계열 상단부의 별은 탄소 · 질소 · 산소 순환 반응(CNO 순환 반응)이 우세하게 일어난다. 태양의 경우 중심부 온도가 약 1500만 K이므로 양성자 · 양성자 반응($P-P$ 반응)이 우세하게 일어난다.



<핵의 온도에 따른 P-P 반응과 CNO 순환 반응의 효율>



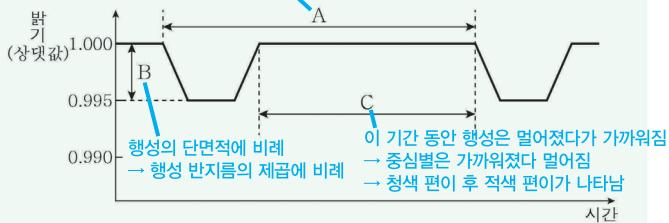
32 정답 ① [정답률 42%]

2등급 퀄리

그림은 외계 행성의 식 현상에 의해 일어나는 중심별의 밝기 변화를 나타낸 것이다.

식 현상이 나타나는 주기
→ 행성의 공전 주기에 해당

2020(3월)/교육청 19



이에 대한 옳은 설명만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? (단, 이 외계 행성 계의 행성은 한 개이다.) [3점]

[보기]

Ⓐ A 기간은 행성의 공전 주기에 해당한다.

→ 식 현상이 나타나는 주기는 행성의 공전 주기와 같음

Ⓑ 행성의 반지름이 2배가 되면 B는 2배가 된다.

→ 행성의 반지름이 2배가 되면 중심별의 밝기 감소량은 4배가 됨

Ⓒ C 기간에 중심별의 스펙트럼을 관측하면 적색 편이가 청색 편

이보다 먼저 나타난다. 나중에

→ C 기간에는 청색 편이가 적색 편보다 먼저 나타남

① Ⓛ

② Ⓜ

③ Ⓝ

④ Ⓛ, Ⓜ

⑤ Ⓜ, Ⓝ

★ 식 현상에 의한 중심별의 밝기 변화 자료를 해석하여 행성의 공전 주기를 파악하고, 행성의 반지름 변화에 따른 중심별의 밝기 변화를 파악하는 문항이다.

중심별과 행성이 공통 질량 중심을 중심으로 공전하는 방향과 공전 주기는 각각 같은 것을 이용하여 중심별의 밝기 변화에 영향을 주는 행성의 물리량을 파악해야 한다.

식 현상이 일어날 때 중심별의 밝기 변화량은 행성의 반지름의 제곱에 비례하며, 행성이 지구로부터 멀어질 때 중심별은 지구에 가까워지는 것이 이 문제 풀이의 핵심 KEY이다.

출제 개념: 식 현상을 이용한 외계 행성계 탐사, 스펙트럼의 파장 변화, 적색 편이, 청색 편이

| 문제 풀이 순서 |

step 1 식 현상이 일어나는 원리를 이용하여 자료에서 행성의 공전 주기에 해당하는 기간을 파악한다.

1. 식 현상이 일어나는 원리를 파악한다.

- 외계 행성이 중심별 주위를 공전하는 동안 중심별 앞에 위치하는 경우 외계 행성이 중심별을 가리면서 중심별의 일시적인 밝기 감소가 나타난다.
- 이 경우 외계 행성이 관측자와 중심별 사이에 위치해야 하므로, 외계 행성의 공전 궤도면이 시선 방향과 거의 나란해야 한다.

2. 자료에서 행성의 공전 주기에 해당하는 기간을 파악한다.

- A는 식 현상이 일어난 직후부터 다음 식 현상이 일어나기 직전까지의 기간이다.
- 행성이 1회 공전할 때 식 현상이 1회 일어나므로, A 기간은 행성의 공전 주기에 해당한다.

step 2 식 현상이 일어날 때 행성의 반지름에 따른 중심별의 겉보기 밝기 감소량을 파악한다.

1. 자료에서 B가 의미하는 것을 파악한다.

- B는 식 현상에 의해 중심별의 겉보기 밝기가 감소한 정도이다.
- B가 클수록 외계 행성에 의해 중심별이 많이 가려져 중심별의 겉보기 밝기가 많이 어두워진 것이다.

2. 식 현상이 일어날 때 중심별의 밝기 감소량은 외계 행성의 반지름의 제곱에 비례 한다.

- 중심별의 겉보기 밝기가 감소한 정도는 외계 행성이 중심별을 가리는 면적, 즉 외계 행성의 단면적에 비례한다.
- 따라서 외계 행성의 반지름이 2배가 되면 단면적은 4배가 되므로, 중심별의 겉보기 밝기 감소량은 4배가 된다.

step 3 식 현상이 일어날 때 관측자, 외계 행성, 중심별의 위치 관계를 이해하고, C 기간에 중심별의 스펙트럼 파장 변화가 어떻게 나타나는지 파악한다.

1. 식 현상이 일어날 때 관측자, 외계 행성, 중심별의 위치 관계를 알아낸다.

- 식 현상이 일어날 때 외계 행성은 관측자와 중심별 사이에 위치해야 하므로 관측자-외계 행성-중심별 순으로 위치한다.
- 이때 외계 행성은 관측자로부터 가장 가까운 곳에 위치하고, 중심별은 관측자로부터 가장 먼 곳에 위치한다.

2. C 기간에 중심별의 스펙트럼 파장 변화가 어떻게 나타나는지 파악한다.

- 중심별이 관측자로부터 멀어지면 별빛의 스펙트럼 파장이 원래보다 길어지는 적색 편이 나타나고, 중심별이 관측자에게 가까워지면 별빛의 스펙트럼 파장이 원래보다 짧아지는 청색 편이 나타난다.
- 식 현상이 끝난 직후 행성은 관측자로부터 멀어지고 중심별은 관측자 쪽으로 가까워지므로, C 기간 동안 중심별의 스펙트럼에서 청색 편이 먼저 나타난다.

| 보기 분석 |

Ⓐ A 기간은 행성의 공전 주기에 해당한다. (O)

- 행성이 중심별의 앞을 지나가면 중심별의 밝기가 감소하므로, 중심별의 밝기 변화를 관측하면 외계 행성을 찾을 수 있다.
- 중심별-행성-지구 순으로 일직선 상에 위치할 때마다 식 현상이 나타난다.
- A는 식 현상이 나타나는 주기에 해당하며, 행성이 중심별을 한 바퀴 돌 때마다 식 현상이 일어나므로 A는 행성의 공전 주기와 같다.

Ⓑ 행성의 반지름이 2배가 되면 B는 2배가 된다. (X)

- 식 현상이 일어났을 때 중심별의 밝기는 0.995이며, 이 값은 $\frac{\text{행성의 단면적}}{\text{중심별의 단면적}}$ 과 같다.
- B는 식 현상에 의해 나타난 중심별의 밝기 감소 비율에 해당하며, 행성의 단면적이 클수록 크다. 따라서 행성의 반지름이 2배가 되면 행성의 단면적은 4배가 되므로 B도 4배가 된다.

Ⓒ C 기간에 중심별의 스펙트럼을 관측하면 적색 편이가 청색 편이보다 먼저 나타난다. (X)

- 스펙트럼 흡수선의 파장 변화는 중심별이 시선 방향으로 멀어질 때 적색 편이 나타나고, 가까워질 때 청색 편이 나타난다.
- 식 현상이 끝난 직후 행성은 지구로부터 멀어지고 중심별은 지구 쪽으로 가까워지므로, C 구간에서는 청색 편이 먼저 나타난다.

✖ 정답은 ① Ⓛ이다.



시간 단축 Tip

- 중심별과 행성의 위치를 그림으로 그려보면 중심별의 스펙트럼 파장 변화를 파악하기 쉽다.

예를 들어 중심별의 밝기가 최소일 때 행성은 지구에 가장 가까운 곳에, 중심별은 지구에서 가장 먼 곳에 위치하도록 그림을 그려보면 이후에 중심별은 지구에 가까워지므로 청색 편이가 나타나는 것을 쉽게 파악할 수 있다.

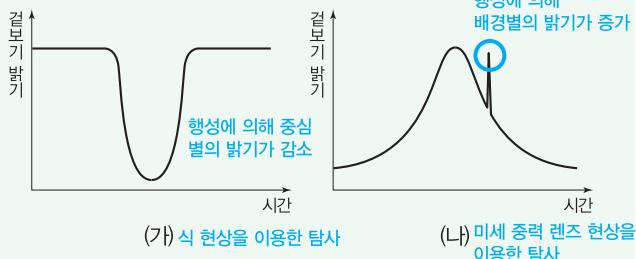
- 자료에서 식 현상이 일어난 시기부터 파악하면 중심별의 위치를 쉽게 알 수 있다.

식 현상이 일어난 시기부터 파악하면 식 현상 직전과 직후의 중심별의 위치를 알 수 있다. 식 현상은 C 시기 직전에 일어났으므로, C 시기에 중심별은 지구에 가까워지다가 멀어지는 것을 알 수 있다.

Q 33 정답 ③ [정답률 40%] 2등급 퀄러

그림 (가)와 (나)는 외계 행성에 의한 미세 중력 렌즈 현상과 식 현상의 겉보기 밝기 변화를 순서 없이 나타낸 것이다.

2018(7월)/교육청 13
행성에 의해
배경별의 밝기가 증가



이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은? [3점]

[보기]

- (가) 미세 중력 렌즈 현상에 의한 겉보기 밝기 변화는 (나)이다.
→ (가)는 식 현상, (나)는 미세 중력 렌즈 현상에 의한 별의 겉보기 밝기 변화임
- (나)를 이용한 탐사는 외계 행성의 반지름이 클수록 행성을 발견하는 데 유리하다.
→ 외계 행성의 반지름이 클수록 식 현상에 의한 중심별의 밝기 변화가 커서 행성을 발견하는 데 유리함
- (가)와 (나)는 외계 행성의 공전 궤도면과 관측자의 시선 방향이 나란해야만 외계 행성 탐사에 이용할 수 있다.
→ (나)는 외계 행성의 공전 궤도면과 관측자의 시선 방향이 나란하지 않아도 관측 할 수 있음

① ㄱ

② ㄷ

③ ㄱ, ㄴ

④ ㄴ, ㄷ

⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

★ 별의 겉보기 밝기 변화를 나타낸 자료를 해석하여 식 현상과 미세 중력 렌즈 현상을 이용한 외계 행성 탐사 방법을 구분하고 특징을 파악하는 문항이다.

(가)는 별의 밝기가 갑자기 어두워지는 현상이 나타나므로 외계 행성의 식 현상에 의한 중심별의 겉보기 밝기 변화를 나타낸 것이다. (나)는 별의 겉보기 밝기가 밝아졌다가 어두워지며, 이 과정 중 일시적으로 불규칙한 밝기 증가가 나타나므로 미세 중력 렌즈 현상에 의한 뒤쪽 별의 겉보기 밝기 변화를 나타낸 것이다.

외계 행성의 공전 궤도면과 관측자의 시선 방향이 나란하지 않아도 미세 중력 렌즈 현상을 관측할 수 있는 것이 이 문제 풀이의 핵심 KEY이다.

출제 개념: 식 현상과 미세 중력 렌즈 현상을 이용한 외계 행성 탐사

| 문제 풀이 순서 |

step 1 별의 겉보기 밝기 변화 자료를 이용하여 외계 행성 탐사 방법을 구분한다.

1. 식 현상에 의해 중심별의 겉보기 밝기가 변하는 원리를 이해한다.

- 외계 행성이 중심별 주위를 공전하는 동안 외계 행성이 중심별을 가리는 식 현상이 나타나게 되면 중심별의 겉보기 밝기가 일시적으로 어두워진다.
- 식 현상에 의한 중심별의 밝기 변화 현상은 주기적으로 나타난다.

2. 미세 중력 렌즈 현상에 의해 별의 겉보기 밝기가 변하는 원리를 이해한다.

- 거리가 다른 두 개의 별이 같은 방향에 있는 경우, 뒤쪽 별의 별빛이 앞쪽 별의 중력에 의해 미세하게 굽절되어 휘어지면서 뒤쪽 별의 밝기가 밝아지는데, 이를 미세 중력 렌즈 현상이라고 한다.
- 만약 앞쪽 별이 행성을 가지고 있는 경우, 행성에 의한 미세한 중력의 변화로 인해 뒤쪽 별의 밝기에 추가적인 변화가 나타난다.

3. (가)와 (나)에서 별의 밝기가 변하는 원인을 파악한다.

- (가)에서 중심별의 겉보기 밝기는 대체로 일정하게 유지되다가 일시적으로 어두워지는 현상이 나타나고 있으므로, 이는 식 현상에 의한 중심별의 겉보기 밝기 변화를 나타낸 것이다.
- (나)에서 별의 겉보기 밝기가 밝아지다가 다시 어두워지며, 밝기 변화 과정에서 불규칙한 밝기 변화가 나타난다. 따라서 이는 미세 중력 렌즈 현상에 의해 뒤쪽 별의 밝기가 변하는 것을 나타낸 것이다.

step 2 식 현상을 이용한 외계 행성 탐사 방법의 특징을 이해한다.

1. 외계 행성의 반지름이 클수록 식 현상을 이용한 외계 행성 탐사가 유리하다.

- 식 현상을 이용한 외계 행성 탐사 방법은 중심별의 밝기 감소가 크게 나타날수록 유리하다. 외계 행성의 반지름의 클수록 중심별을 가리는 면적이 넓어지므로 중심별의 밝기 감소가 크게 나타난다.

2. 식 현상을 관측할 수 있는 경우를 파악한다.

- 식 현상을 이용한 외계 행성 탐사가 가능하기 위해서는 외계 행성의 공전 궤도면과 관측자의 시선 방향이 나란해야 한다.
- 외계 행성의 공전 궤도면과 관측자의 시선 방향이 수직인 경우에는 식 현상이 나타나지 않으므로, 이 방법을 이용할 수 없다.

step 3 미세 중력 렌즈 현상을 이용한 외계 행성 탐사 방법의 특징을 이해한다.

1. 미세 중력 렌즈 현상은 주기적인 관측이 불가능하다.

- 관측자와 먼 천체 사이에 별이 지나갈 때 미세 중력 렌즈 현상이 나타나면 먼 천체의 상은 퍼지지 않고 밝게 관측된다. 이때 앞쪽 별이 행성을 거느리고 있으면 행성의 중력으로 인한 효과가 더해져 추가적인 뒤쪽 별의 밝기 증가가 나타날 수 있는데, 이를 이용하여 외계 행성을 찾을 수 있다.
- 외계 행성계가 먼 천체 앞을 여러 번 지나가지 않으므로 주기적인 관측이 불가능하다.

2. 미세 중력 렌즈 현상을 관측할 수 있는 경우를 파악한다.

- 외계 행성의 공전 궤도면과 관측자의 시선 방향이 나란하지 않아도 미세 중력 렌즈 현상이 나타난다.
- 따라서 미세 중력 렌즈 현상을 이용한 탐사 방법은 앞쪽 별을 공전하는 외계 행성의 공전 궤도면이 시선 방향과 이루는 각에 관계없이 탐사가 가능하다.

| 보기 분석 |

ㄱ. 미세 중력 렌즈 현상에 의한 겉보기 밝기 변화는 (나)이다. (O)

- (가)는 중심별의 겉보기 밝기가 일시적으로 어두워지므로, 식 현상에 의한 중심별의 겉보기 밝기 변화를 나타낸 것이다.
- (나)는 별의 겉보기 밝기가 밝아지다가 어두워지며 밝기 변화 과정에서 추가적인 밝기 변화가 나타나므로, 미세 중력 렌즈 현상에 의한 뒤쪽 별의 밝기 변화를 나타낸 것이다.

ㄴ. (가)를 이용한 탐사는 외계 행성의 반지름이 클수록 행성을 발견하는 데 유리하다. (O)

- 식 현상은 행성이 중심별 앞면을 지나갈 때 별의 일부가 가려지는 현상이다.
- 따라서 외계 행성의 반지름이 클수록 중심별의 겉보기 밝기 변화가 커져서 외계 행성을 발견하는 데 유리하다.

ㄷ. (가)와 (나)는 외계 행성의 공전 궤도면과 관측자의 시선 방향이 나란해야만 외계 행성 탐사에 이용할 수 있다. (X)

- 식 현상을 이용한 외계 행성 탐사는 행성이 공전 궤도면과 관측자의 시선 방향이 나란해야 이용이 가능하다.
- 한편 외계 행성의 공전 궤도면과 관측자의 시선 방향이 나란하지 않아도 미세 중력 렌즈 현상이 나타나므로, 미세 중력 렌즈 현상을 이용한 외계 행성 탐사 방법은 외계 행성의 공전 궤도면과 시선 방향이 나란하지 않아도 이용할 수 있다.

★ 정답은 ③ ㄱ, ㄴ이다.



시간 단축 Tip

- 식 현상에 의해 중심별의 밝기가 감소하고, 미세 중력 렌즈 현상에 의해 배경별의 밝기가 증가하는 것을 알아 두면 문제 풀이 시간을 줄일 수 있다.
- 그림에서 별의 밝기가 감소하는 구간이 나타나는 경우 식 현상을 관측한 것으로 판단하면 된다.

1회 연도별 모의고사

2022 실시
3월 학력평가

1회 01 정답 ③ * 지질 시대의 구분과 화석 [정답률 70%]

| 보기 분석 |

H 15 해설 참조

- ㉠ 육상 식물은 고생대 중기에 해당하는 실루리아기에 최초로 출현하였다. 따라서 최초의 육상 식물은 고생대 초기인 A 시기 이후에 출현하였다.
- ㉡ 육상 식물의 출현은 지상으로 유입되는 자외선을 차단할 수 있는 오존층이 이미 존재했었다는 증거라고 할 수 있음 → 오존(오존층 형성 후 육상 식물 출현) 꿀팁
- ㉢ B 시기는 고생대와 중생대의 경계에 해당한다. 따라서 고생대 표준 화석에 해당하는 삼엽충은 A 시기에 출현하여 B 시기에 멸종하였다.
- ㉣ 암모나이트는 중생대 표준 화석이다. 따라서 중생대와 신생대의 경계에 해당하는 C 시기에 멸종하였다.

1회 02 정답 ① * 대기 대순환 [정답률 40%]

| 보기 분석 |

L 10 해설 참조

- ㉠ A는 극순환이고, C는 해들리 순환이다. A와 C의 순환은 가열된 공기가 상승하고 냉각된 공기가 하강하면서 만들어진 열적 순환으로, 직접 순환에 해당한다. 이에 비해 폐렐 순환(B)은 A와 C 사이에서 형성된 간접 순환이다.
- ㉡ 온대 저기압은 중위도의 정체 전선 상의 파동으로부터 발생하며, 정체 전선은 극동풍과 편서풍이 수렴하는 위도 60° 부근에서 주로 형성된다. 따라서 온대 저기압은 주로 ⑦ 부근에서 발생한다.
- 위도 90° 부근에서는 극 고압대, 60° 부근에서는 한대 전선대(지압대), 30° 부근에서는 아열대 고압대, 0° 부근에서는 적도 저기압대가 형성됨 주의
- ㉢ ⑤은 북반구의 해들리 순환과 남반구의 해들리 순환 사이에 위치한 지역으로 적도 저기압에 해당한다. ⑤에서는 북동 무역풍과 남동 무역풍이 수렴한다.

1회 03 정답 ① * 고지자기 역전 [정답률 74%]

| 보기 분석 |

B 20 해설 참조

- ㉠ 가장 최근에 쌓인 퇴적물의 잔류 자기는 ⑦에 해당한다. 따라서 ⑦은 현재의 지구 자기장 방향과 같은 시기로 정자극기이고, ⑧은 현재의 지구 자기장 방향과 반대인 시기로 역자극기이다.
- ㉡ 퇴적물의 퇴적 속도가 빠른 해역일수록 동일한 깊이에 있는 퇴적물의 나이가 적다. 해역 A는 B보다 최근의 정자극기 동안 쌓인 퇴적물의 두께가 두껍다. 따라서 동일한 깊이에 위치한 퇴적물의 나이는 A가 B보다 적다.
- 해양 지각에 나타난 고지자기 역전 줄무늬 간격이 넓을수록 해저 확장 속도가 빠름 → 같은 원리로 해저 퇴적물에 나타난 고지자기 역전 간격이 두꺼울수록 퇴적 속도가 빠름 꿀팁
- ㉢ 1950년대 이후에 해저 탐사 기술이 발전하면서 해저 고지자기 탐사가 가능해졌다. 따라서 베게너가 대륙 이동설을 제시한 1910년대에는 해저 퇴적물에서 측정한 잔류 자기 분포를 대륙 이동의 증거로 제시할 수 없었다.

1회 04 정답 ② * 단층의 종류와 특징 [정답률 74%]

| 보기 분석 |

F 04 해설 참조

- ㉠ 힘 A에 의해 주향 이동 단층이 형성되었다. 따라서 힘 A는 어긋나는 힘이다.

㉡ 단층면이 경사져 있을 때 단층면의 윗부분에 놓여 있는 지괴를 상반, 아랫부분에 있는 지괴를 하반이라고 한다. 따라서 ⑦은 상반이다.

㉢ 중력에 의해 단층면을 아래 방향으로 누를 수 있는 지괴가 상반임 → 단층면이 수직한 경우 상반과 하반을 구분할 수 없음 꿀팁

- ㉣ 힘 B에 의해 상반이 하반에 대해 상대적으로 위로 이동한 역단층이 형성되었다. 따라서 힘 B는 흉압력이다.

1회 05 정답 ⑤ * H-R도와 별의 종류 [정답률 81%]

| 보기 분석 |

O 28 해설 참조

- ㉠ a와 f를 H-R도에 나타내면 집단 I에 속한다. 집단 I은 표면 온도가 비교적 높지만 크기와 광도가 작은 백색 왜성이다.
- ㉡ 집단 II는 H-R도의 왼쪽 위에서 오른쪽 아래로 대각선을 따라 나타나는 주계열성이다. 별은 수명의 대부분을 주계열 단계에서 보내므로 주계열성에 속하는 별의 수가 가장 많다.
- ㉢ H-R도에서 별의 평균 밀도는 오른쪽 위로 갈수록 작아진다. 따라서 별의 평균 밀도는 집단 I(백색 왜성)이 집단 III(거성)보다 크다.

1회 06 정답 ③ * 지질 단면 해석 [정답률 79%]

| 선택지 분석 |

G 23 해설 참조

- ① 지층 A는 단층에 의해 끊어지면서 이동했다. 따라서 A는 단층 형성 이전에 퇴적되었다.
- ② C, D, E는 습곡에 의해 지층이 휘어져 있고, A와 B는 지층이 수평하게 쌓여 있다. 따라서 B와 C는 상하 지층의 경사가 서로 다른 경사 부정합 관계이다.
- ③ 화성암 Q가 P를 관입했으므로 화성암의 생성 순서는 P가 Q보다 먼저이다.
- ④ Q를 형성한 마그마는 지층 B까지 관입하였으며, 지표로 분출되지 않았다.
- ⑤ Q에 포함된 방사성 원소 X는 반감기가 2회 지났으므로 Q의 생성 시기는 4억 년 전(고생대)이다. 지층 B는 Q보다 먼저 생성되었으므로 중생대 표준 화석인 암모나이트 화석이 발견될 수 없다.

1회 07 정답 ① * 라니냐 시기의 특징 [정답률 45%]

| 보기 분석 |

M 54 해설 참조

- ㉠ 서태평양 적도 부근 해역에서 해수면 기압 편차(관측값 - 평년값)는 (-) 값이다. 따라서 평상시보다 해수면 기압이 낮으므로 라니냐 시기이다. 라니냐 시기에는 서태평양 적도 부근 해역에서 평상시보다 상승 기류가 강하다.
- ㉡ 라니냐 시기에는 평상시보다 무역풍이 강해지므로 따뜻한 해수층이 서쪽으로 많이 이동한다. 따라서 동태평양 적도 부근 해역에서 따뜻한 해수층의 두께는 평상시보다 얕다.
- ㉢ 라니냐 시기에는 동태평양 적도 부근 해역의 표층 수온이 평상시보다 낮다. 따라서 동태평양 적도 부근 해역의 해수면 높이가 평상시보다 낮으므로, 해수면 높이 편차는 (-) 값을 가진다.

1회 08 정답 ④ * 외계 행성계 탐사 [정답률 56%]

| 보기 분석 |

Q 22 해설 참조

- ㉠ 중심별 S와 행성 P는 공통 질량 중심을 중심으로 같은 방향으로 공전한다. 이때 S와 P는 공전 주기가 같다.
- ㉡ 행성 P의 질량이 클수록 중심별 S에 미치는 중력 효과가 커지므로 S의 시선 속도 변화가 커진다. 이로 인해 S의 스펙트럼에 나타나는 최대 편이랑도 커진다.



수능
기출문제
은행

Xistory stands for extra intensive story for an entrance examination for a university.



수험장

2024 수능 대비
Xi
story

극비 노트



지구과학 I

- 중요 내용을 그림, 표, 첨삭 설명으로 쉽게 이해하고 암기
- 문제를 빠르게 푸는 문제 풀이 꿀팁 제공
- 기출 (자료 + 선택지)로 개념 체크 문제
- 1등급, 2등급 퀄러 개념 완벽 총정리

자 례 [중요 개념+개념 체크 문제]

★ 1등급 퀄러

I 고체 지구

01. 해저 확장설의 증거와 판 구조론	02
02. 플룸 구조론과 열점	04
03. 마그마의 생성과 화성암의 분류	06
04. 퇴적 구조	08
05. 상대 연령과 절대 연령 [2등급 퀄러]	10
06. 지질 시대의 환경과 생물	14

II 대기와 해양

07. 온대 저기압과 태풍 [2등급 퀄러]	16
08. 해수의 성질	20
09. 표층 순환과 심층 순환	22
10. 엘니뇨와 라니냐 [2등급 퀄러]	24
★ 11. 고기후 연구와 기후 변화의 지구 외적 요인 [1등급 퀄러]	28

III 우주

★ 12. H-R도와 별의 특성 [1등급 퀄러]	32
13. 별의 에너지원과 내부 구조	36
14. 외계 행성계와 생명체 탐사 [2등급 퀄러]	38
15. 외부 은하와 특이 은하	42
★ 16. 허블 법칙과 우주론 [1등급 퀄러]	44

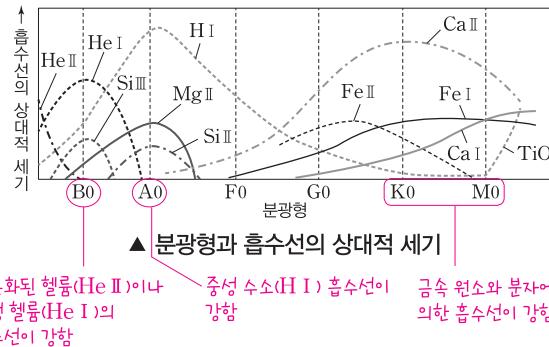
* 기출 (자료+선택지)로 개념 체크 문제 정답 48

12 H-R도와 별의 특성

★ 1등급 퀄러

1. 별의 분광형과 표면 온도

별의 분광형과 표면 온도	<ul style="list-style-type: none"> 별의 표면 온도에 따라 스펙트럼을 O, B, A, F, G, K, M형의 7개로 분류하며, 각각의 분광형은 다시 고온의 0에서 저온의 9까지 10등급으로 세분함 O형 별은 표면 온도가 가장 높고 파란색을 띠며, M형 별로 갈수록 표면 온도가 낮아지고 붉은색을 띤다
별의 분광형과 흡수선의 상대적 세기	<ul style="list-style-type: none"> 별의 표면 온도에 따라 이온화되는 정도가 다르고, 각각 가능한 이온화 단계에서 특정한 흡수선을 형성하기 때문에 별빛의 스펙트럼에는 별마다 다양한 흡수선이 나타남 표면 온도가 높은 O형, B형 별에서는 이온화된 헬륨(He II)이나 중성 헬륨(He I)의 흡수선이 강하게 나타남 표면 온도가 낮은 K형, M형 별에서는 금속 원소와 분자에 의한 흡수선이 강하게 나타남 표면 온도가 약 10000 K인 A형 별에서는 중성 수소(H I) 흡수선이 강하게 나타남 태양은 표면 온도가 약 5800 K인 노란색 별로, 이온화된 칼슘(Ca II) 흡수선이 가장 강하게 나타나며, 분광형은 G2형임

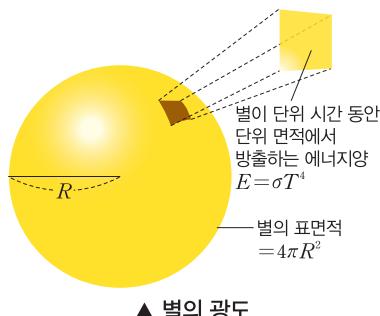


2. 별의 광도

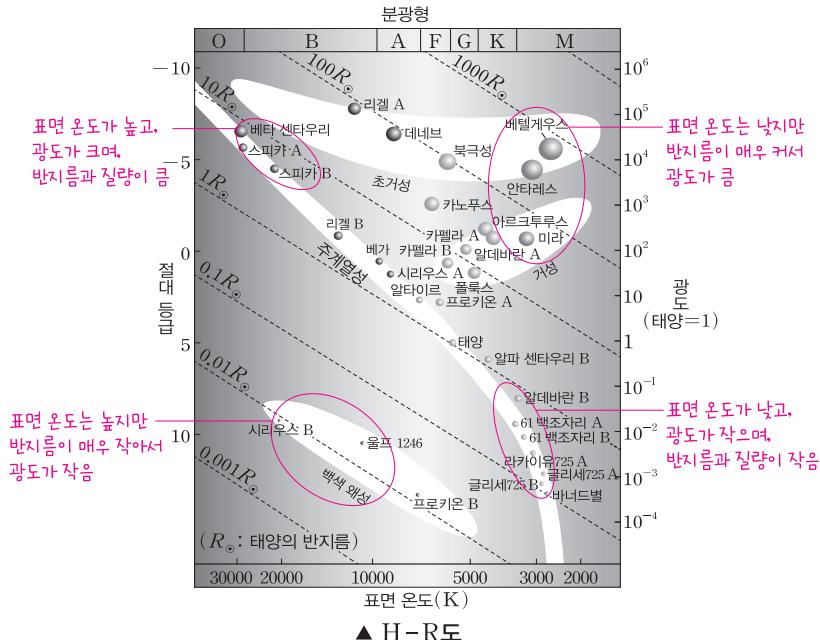
별의 광도(L) : 별이 단위 시간 동안 방출하는 에너지양($E = \sigma T^4$)과 별의 표면적($4\pi R^2$)에 비례함

$$L = 4\pi R^2 \cdot \sigma T^4 \Rightarrow R = \sqrt{\frac{L}{4\pi \cdot \sigma T^4}}$$

별의 반지름은 광도의 제곱근에 비례하고
표면 온도의 제곱에 반비례함



3. H - R도와 별의 종류



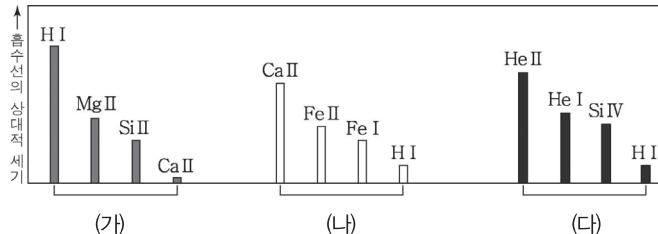
주계열성	<ul style="list-style-type: none"> H - R도의 왼쪽 위에서 오른쪽 아래로 대각선을 따라 분포하는 별들로, 별의 약 90 %가 주계열성에 속함 H - R도에서 왼쪽 위에 분포할수록 표면 온도가 높고, 광도가 크며, 반지름과 질량이 크고, 오른쪽 아래에 분포할수록 표면 온도가 낮고, 광도가 작으며, 반지름과 질량이 작음
적색 거성	<ul style="list-style-type: none"> 주계열성의 오른쪽 위에 분포하는 별들로 붉은색을 띠 표면 온도는 낮지만 반지름이 매우 커서 광도가 큼
초거성	<ul style="list-style-type: none"> H - R도에서 적색 거성보다 더 위쪽에 분포하는 별들임 적색 거성보다 반지름이 더 크고 광도가 매우 크지만, 평균 밀도가 매우 작음
백색 왜성	<ul style="list-style-type: none"> H - R도의 왼쪽 아래에 분포하는 별들로, 표면 온도는 높지만 반지름이 매우 작아서 광도가 작음 크기는 지구와 비슷하지만, 질량은 태양과 비슷하여 평균 밀도가 매우 큼

★ 문제 풀이 풀

- H - R도에서 가로축의 왼쪽으로 갈수록 별의 표면 온도가 높고, 세로축의 위로 갈수록 광도가 커. 또한 오른쪽 위로 갈수록 별의 반지름이 크고, 왼쪽 아래로 갈수록 별의 평균 밀도가 커.
- 별의 크기가 클수록 평균 밀도는 작아지니까 별의 크기는 초거성 > 적색 거성 > 주계열성 > 백색 왜성이고, 평균 밀도는 백색 왜성 > 주계열성 > 적색 거성 > 초거성이야.

31 그림은 세 별 (가), (나), (다)의 스펙트럼에서 세기가 강한 흡수선 4개의 상대적 세기를 나타낸 것이다. (가), (나), (다)의 분광형은 각각 A형, O형, G형 중 하나이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은 ○, 틀린 것은 ×에 표시 하시오.

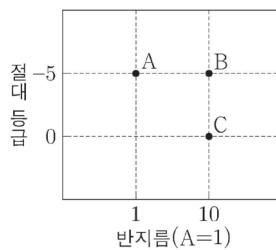
〈2020(10월)/교육청 15〉



- ① (가)는 분광형이 A형, (다)는 분광형이 O형인 별이다. (○, ×)
- ② 태양과 표면 온도가 가장 비슷한 별은 (나)이다. (○, ×)
- ③ (나)는 Ca 원소의 함량이 가장 높다. (○, ×)
- ④ 단위 시간당 단위 면적에서 방출되는 에너지양은 (다)가 가장 많다. (○, ×)

32 그림은 별 A, B, C의 반지름과 절대 등급을 나타낸 것이다. A, B, C는 각각 초거성, 거성, 주계열성 중 하나이다. () 안에 알맞은 말을 쓰시오.

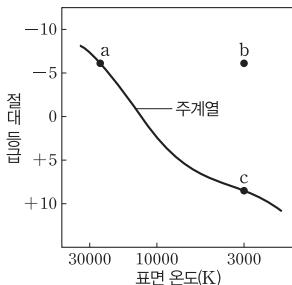
〈2021/수능 14〉



- ① A와 B는 광도가 ().
- ② 표면 온도는 A가 B의 ()배이다.
- ③ 표면 온도는 B가 C보다 ().
- ④ 복사 에너지를 최대로 방출하는 파장은 B가 C보다 ().
- ⑤ A의 광도 계급은 ()이다.

33 그림은 H - R도에 별 a, b, c의 위치를 나타낸 것이다. () 안에 알맞은 말을 쓰시오.

〈2020(3월)/교육청 12 변형〉



- ① a는 c보다 반지름이 ().
- ② a와 c의 광도 계급은 ()이다.
- ③ a는 b보다 색지수가 ().
- ④ b는 a보다 () 진화한 단계의 별이다.
- ⑤ b는 태양보다 반지름과 광도가 ().

34 다음은 H - R도에 분포하는 별의 집단 (가), (나), (다)의 특징을 나타낸 것이다. 이에 대한 설명으로 옳은 것은 ○, 틀린 것은 ×에 표시 하시오.

〈2021(9월)/평가원 3 변형〉

구분	특징
(가)	질량이 클수록 광도가 크고, 표면 온도가 높다.
(나)	진화의 마지막 단계에서 초신성 폭발을 일으킨다.
(다)	크기가 매우 작고, 중심부에서 핵융합 반응이 일어나지 않는다.

- ① 별의 평균 질량은 (나)가 (다)보다 크다. (○, ×)
- ② (나)는 태양보다 질량이 작은 별이다. (○, ×)
- ③ 별의 평균 밀도는 (다)가 가장 크다. (○, ×)
- ④ 별의 반지름은 (다)가 (나)보다 크다. (○, ×)
- ⑤ (가)의 에너지원은 중력 수축 에너지이다. (○, ×)