2023학년도 RuleBreakers 무료 배포 모의고사 정답 및 해설

과학탐구 영역
[물리학Ⅱ] 과목

정 답

번호	정답	배점	번호	정답	배점	번호	정답	배점	번호	정답	배점
1	③	2	6	⑤	2	11	③	3	16	⑤	3
2	①	2	7	②	3	12	⑤	2	17	④	3
3	①	2	8	⑤	2	13	③	3	18	④	3
4	⑤	3	9	①	2	14	④	3	19	③	2
5	①	2	10	②	3	15	②	2	20	④	3

해 설

1

정답 ③

풀이

❖ 음원이 관측자를 향해 운동하면 관측자가 측정하는 음파의 진동수가 커지고, 관측자에서 멀어지는 방향으로 운동하면 관측자가 측정하는 음파의 파장이 커진다. 음원이 관측자를 향해 운동하면 관측자가 측정하는 음파의 속력은 변하지 않는다.

선지

Ⓐ. 음원이 관측자를 향해 운동하면 관측자가 측정하는 음파의 진동수는 커져.

Ⓑ. 음원이 관측자에서 멀어지는 방향으로 운동하면 관측자가 측정하는 음파의 파장은 커져.

Ⓒ. 음원이 관측자를 향해 운동하면 관측자가 측정하는 음파의 속력은 ~~커져~~ (→ 변하지 않아).

2

정답 ①

풀이

❖ 보어의 수소 원자 모형에서 전자는 보어의 양자 조건을 만족시키는 원궤도에서만 안정된 상태를 유지할 수 있다. 따라서 (가)에서 원자 속 전자의 에너지 준위는 불연속적이다. 현대적 수소 원자 모형에서 전자와 원자핵의 상태는 불확정성 원리를 만족하며, 따라서 원자 속 전자의 위치와 운동량을 동시에 정확히 측정할 수 없다.

선지

㉠. (가)에서 원자 속 전자의 에너지 준위는 불연속적이다.

~~ㄴ~~. (나)에서 원자 속 전자의 위치와 운동량을 동시에 정확히 측정할 수 ~~있다~~ (→ 없다).

~~ㄷ~~. (나)에서 원자핵의 상태는 불확정성 원리를 만족하지 ~~않는다~~(→ 만족한다).

3

정답 ①

풀이

❖ 트랜지스터를 이용하여 증폭 작용을 할 수 있다. n-p-n형 트랜지스터이므로 X는 n형 반도체이다. 트랜지스터의 전류 증폭률이 100이므로 b에 흐르는 전류의 세기는 a에 흐르는 전류의 세기의 100배이다.

선지

㉠. 트랜지스터는 증폭 작용을 할 수 있다.

~~ㄴ~~. X는 ~~p~~형(→ n형) 반도체이다.

~~ㄷ~~. b에 흐르는 전류의 세기는 a에 흐르는 전류의 세기의 ~~101배이다~~(→ 100배이다).

4

정답 ⑤

풀이

❖ A, B에 측정되는 무게가 서로 같으므로 A, B 내부 관찰자가 관찰할 때 A에서는 물체에 연직 위 방향으로 관성력이, B에서는 물체에 우주선 아래 방향으로 관성력이 작용한다. 따라서 A는 가속도의 크기가 $\frac{g}{2}$이고, 방향이 연직 아래 방향인 등가속도 운동한다. 하지만 A 내부 관찰자 입장에서 볼 때, A의 가속 운동으로 인한 관성력과 함께 연직 아래로 크기가 g인 중력장이 존재하므로 빛 신호는 q에 도달한다. B 내부의 관찰자는 등가원리에 의해 중력과 관성력을 구분할 수 없다.

선지

㉠. A의 가속도의 방향은 연직 아래 방향이다.

㉡. (가)에서 빛 신호는 p에 도달한다.

㉢. B 내부의 관찰자는 중력과 관성력을 구분할 수 없다.

5

정답 ①

풀이

❖ 실의 길이를 l, 중력가속도를 g라고 하면 단진자의 주기 $T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ 이다. 실의 길이를 4m로 늘리면 단진자의 주기는 2배가 되고, 연직선과 실이 이루는 각, 추의 질량을 바꾸어도 단진자의 주기는 변하지 않는다.

선지

㉠. 길이가 4m인 실을 사용하면 단진자의 주기가 $2T$가 된다.

~~ㄴ~~. 연직선과 실이 이루는 각을 10o로 바꾸면 단진자의 주기가 $2T$가 ~~된다~~ (→ 변하지 않는다).

~~ㄷ~~. 길이가 4m인 실을 사용하면 단진자의 주기가 $2T$가 ~~된다~~(→ 변하지 않는다).

Copyright 2022 RuleBreakers, All rights reserved.

6

정답 ⑤

풀이

❖ 코일의 저항 역할은 코일의 자체 유도 계수와 교류 전원의 진동수에 비례하고, 축전기의 저항 역할은 축전기의 전기 용량과 교류 전원의 진동수에 반비례한다. 교류 전원의 진동수가 공명 진동수일 때, 회로에 흐르는 전류의 세기가 최대가 된다.

선지

㉠. 교류 전원의 진동수가 클수록 코일의 저항 역할이 커진다.

㉡. 축전기의 저항 역할은 (가)에서가 (나)에서보다 크다.

㉢. 교류 전원의 진동수가 공명 진동수일 때, 저항에 흐르는 전류의 세기가 최대이다.

7

정답 ②

풀이

❖ A, B의 상대속도의 수평 성분 크기는 $\frac{\sqrt{3}}{2}v+\sqrt{3}v=\frac{3\sqrt{3}}{2}v$이고, 연직 성분 크기는 $\frac{v}{2}$이다. 따라서 $\frac{v/2}{3\sqrt{3}v/2}=\frac{H}{L}$에서 $L=3\sqrt{3}H$이다.

8

정답 ⑤

풀이

❖ 물체의 질량은 B가 A의 4배이고, 운동 에너지는 서로 같으므로 속력은 A가 B의 2배이다. 반지름이 B가 A의 $\frac{4}{3}$배이므로 각속도의 크기는 A가 B의 $\frac{8}{3}$배이다. 따라서 구심 가속도의 크기는 A가 B의 $\frac{16}{3}$배이고, 원운동 주기는 A가 B의 $\frac{3}{8}$배이다.

선지

㉠. 각속도의 크기는 A가 B의 $\frac{8}{3}$배이다.

㉡. 구심 가속도의 크기는 A가 B의 $\frac{16}{3}$배이다.

㉢. 원운동 주기는 A가 B의 $\frac{3}{8}$배이다.

9

정답 ①

풀이

❖ p에서 A에 의한 자기장의 세기, q에서 B에 의한 자기장의 세기가 서로 같고, p에서 B에 의한 자기장의 세기, q에서 A에 의한 자기장의 세기가 서로 같다. 또한 p, q에서 A, B에 의한 자기장의 방향이 이루는 각이 서로 같으므로 p, q에서 자기장의 세기는 서로 같다. 자기장의 방향은 p, q에서 서로 같지 않다. O에서 A에 의한 자기장의 세기를 B라고 하면, O에서 자기장의 세기는 $\sqrt{2}B$이다. p에서 A, B에 의한 자기장의 세기는 각각 $\frac{B}{\sqrt{2}}$, $\frac{B}{2}$이고, 자기장이 이루는 각은 45° 또는 135°이므로 p에서 자기장의 세기는 $\frac{B}{2}$ 또는 $\frac{\sqrt{5}}{2}B$이다. 따라서 도선에 흐르는 전류에 의한 자기장의 세기는 O에서가 p에서의 4배가 아니다.

선지

㉠. 자기장의 세기는 p, q에서 서로 같다.

~~ㄴ~~. 자기장의 방향은 p, q에서 서로 같다(→ 다르다).

~~ㄷ~~. 자기장의 세기는 원점 O에서가 p에서의 ~~4배이다~~(→ 4배가 아니다).

10

정답 ②

풀이

❖ 마찰 구간을 지나면 물체의 운동량의 크기가 감소하므로 물체의 물질파 파장은 증가한다. 물체의 질량을 m이라 할 때 $Ft_0=mv$이고, $\lambda=\frac{h}{2mv}$이므로 $\lambda=\frac{h}{2Ft_0}$이다.

선지

~~ㄱ~~. 마찰 구간을 지날 때 물체의 물질파 파장은 ~~감소한다~~(→ 증가한다).

㉡. $t=t_0$일 때 물체의 물질파 파장은 2λ이다.

~~ㄷ~~. $\lambda=\frac{h}{Ft_0}$(→ $\lambda=\frac{h}{2Ft_0}$)이다.

11

정답 ③

풀이

❖ (가), (나), (다)의 합성 저항을 각각 $R_{(가)}$, $R_{(나)}$, $R_{(다)}$, 저항 하나의 저항값을 1이라고 하자. (가)에서 여러 저항이 하나의 저항과 병렬 연결되어 있으므로 $R_{(가)}$는 1보다 작다. 또한 (나)에서 여러 저항이 하나의 저항과 직렬 연결되어 있으므로 $R_{(나)}$는 1보다 크다. 따라서 $R_{(가)}<R_{(나)}$이다. (다)의 회로의 위아래를 뒤집으면 아래 부분의 합성 저항이 1임을 알 수 있는데, 이때 (가)를 (다)와 비교하면 아래 부분의 저항은 동일하고 위 부분의 저항값이 (가)에서 더 큰 것을 확인할 수 있다. 따라서 $R_{(다)}<R_{(가)}$이다. 종합하면 $R_{(다)}<R_{(가)}<R_{(나)}$이므로 $I_{(나)}<I_{(가)}<I_{(다)}$이다.

Copyright 2022 RuleBreakers, All rights reserved.

12

정답 ⑤

풀이

❖ (나)에서 광전류가 흐를 때 단색광의 최소 진동수가 $2f$이므로 문턱 진동수는 $2f$이다. 3초일 때와 6초일 때 단색광의 진동수가 같으므로 최대 운동 에너지도 동일하다. 4초일 때, 광전자의 최대 운동 에너지는 $4hf$이고, 일함수는 $2hf$이다.

선지

㉠. 금속판의 문턱 진동수는 $2f$이다.

㉡. 광전자의 최대 운동 에너지는 3초일 때와 6초일 때가 서로 같다.

㉢. 4초일 때, 광전자의 최대 운동 에너지는 금속판의 일함수의 2배이다.

13

정답 ③

풀이

❖ 전류는 자기 선속의 변화량에 비례하므로 막대의 속도에 비례한다. 전류가 양(+)일 때 금속 막대가 오른쪽으로 이동해야 $5t$ 후에 막대가 (가)에서와 같이 이동할 수 있으므로 전기장의 방향은 종이면에 수직으로 들어가는 방향이다. $5t$ 동안 막대 변위의 크기가 d이므로 (나)를 보면 막대는 O에서 t까지 오른쪽으로 $\frac{3}{2}d$만큼, t에서 $3t$까지 왼쪽으로 $\frac{3}{2}d$만큼, $3t$에서 $5t$까지 오른쪽으로 d만큼 이동하고, 따라서 막대가 이동한 거리는 $4d$이다.

❖ 자기장의 세기를 B라고 하면 막대가 오른쪽으로 $\frac{d}{2t}$의 속력으로 이동할 때 기전력은 막대의 왼쪽 부분, 오른쪽 부분에서 각각 $\frac{Bd^2}{t}$이므로 전류는 $I=\frac{2Bd^2}{Rt}$이고, 따라서 $B=\frac{IRt}{2d^2}$이다.

선지

㉠. 전기장의 방향은 종이면에 수직으로 들어가는 방향이다.

㉡. 금속 막대가 이동한 거리는 $4d$이다.

~~㉢~~. 자기장의 세기는 $\frac{IRt}{4d^2}$이다(→ $\frac{IRt}{2d^2}$이다).

14

정답 ④

풀이

❖ A, B를 지나는 동안 물체의 역학적 에너지 변화량은 서로 같으므로 이를 k라고 하자. 지면에서 물체의 운동 에너지는 $8E_0$이고, 물체의 질량을 m, 지면에서 중력 퍼텐셜에너지를 0이라고 하면, $2mgh+2k=6E_0$이므로 r에서 물체의 운동 에너지는 $5E_0$이다.

❖ q에서 물체의 운동 에너지가 $4E_0$이므로 $2mgh+k=4E_0$이다. 따라서 $k=2E_0$이고, $mgh=E_0$이다. 따라서 p에서 물체의 운동 에너지는 $6E_0$이므로 $\frac{E_1}{E_2}=\frac{6}{5}$이다.

15

정답 ②

풀이

❖ A에 의한 상은 허상이므로 볼록 렌즈 왼쪽에 생기고, B에 의한 상은 실상이므로 볼록 렌즈 오른쪽에 생긴다. A, B의 상과 렌즈 사이의 거리를 각각 d_A, d_B라고 하면 $\frac{1}{d}-\frac{1}{d_A}=\frac{1}{2d}+\frac{1}{d_B}$과 $d_A+d_B=9d$에서 $d_A=6d$, $d_B=3d$ 또는 $d_A=3d$, $d_B=6d$이다. 각 경우 초점 거리는 $\frac{6}{5}d$, $\frac{3}{2}d$이고, 초점과의 거리는 A가 B보다 작으므로 $d_A=6d$, $d_B=3d$이다. 따라서 $h_A=6h$, $h_B=\frac{3}{2}h$이고, $\frac{h_A}{h_B}=4$이다.

16

정답 ⑤

풀이

❖ 연결 단자가 b, c일 때 X, Y는 직렬 연결 되어있으므로 X, Y에 충전된 전하량은 서로 같다. 따라서 ㉠은 1이다. X, Y, Z의 전기 용량을 각각 C_1, C_2, C_3, 전원 장치의 전압을 V라고 하자.

❖ 연결 단자가 a, b일 때, X, Y에 충전된 전하량은 각각 C_1V, $\frac{C_2C_3}{C_2+C_3}V$이므로 $\frac{C_2C_3}{C_2+C_3}=\frac{4}{3}C_1$이다. 연결 단자가 a, c일 때, X, Y에 충전된 전하량은 각각 $\frac{C_1C_3}{C_1+C_3}V$, C_2V이므로 $\frac{6C_1C_3}{C_1+C_3}=C_2$이다. 따라서 $C_2=4C_1$, $C_3=2C_1$이다.

❖ 연결 단자가 b, c일 때 Y, Z에 충전된 전하량은 각각 $\frac{C_1C_2}{C_1+C_2}V=\frac{4}{5}C_1V$, $2C_1V$이므로 축전기에 저장된 전기 에너지는 Z가 Y의 $\frac{25}{2}$배이다.

선지

㉠. ㉠은 1이다.

㉡. 축전기의 전기 용량은 Y가 X의 4배이다.

㉢. 전원 장치 연결 단자가 b, c일 때 축전기에 저장된 전기 에너지는 Z가 Y의 $\frac{25}{2}$배이다.

Copyright 2022 RuleBreakers, All rights reserved.

17

정답 ④

풀이

❖ 입자의 질량, 전하량, $x=0$과 $x=4d$의 높이 차, 중력가속도를 각각 m, q, $4h$, g라고 하자. 각 점에서 입자의 퍼텐셜 에너지를 표로 정리하면 다음과 같다.

$x=0$	$x=d$	$x=2d$	$x=3d$	$x=4d$
$qV+4mgh$	$3mgh$	$\frac{1}{2}qV+2mgh$	$qV+mgh$	$2qV$

❖ $x=0$에서와 $x=4d$에서의 운동 에너지가 모두 0이므로 $qV+4mgh=2qV$이다. $mgh=E$, $qV=4E$로 두면 각 점에서 입자의 퍼텐셜 에너지는 다음과 같다. 이때 q가 양수여야 하므로 입자는 양(+)전하이다.

$x=0$	$x=d$	$x=2d$	$x=3d$	$x=4d$
$8E$	$3E$	$4E$	$5E$	$8E$

❖ 퍼텐셜 에너지를 이용하여 각 구간에서 입자의 가속도의 크기와 각 점에서 입자의 속력의 비를 구할 수 있고, 계산하면 입자의 가속도의 크기는 Ⅲ에서가 Ⅱ에서의 3배, 입자의 속력은 $x=3d$에서가 $x=2d$에서의 $\frac{\sqrt{3}}{2}$배임을 확인할 수 있다.

선지

㉠. 입자는 양(+)전하이다.

~~ㄴ~~. 입자의 가속도의 크기는 Ⅲ에서가 Ⅱ에서의 ~~2배이다~~(→3배이다).

㉢. 입자의 속력은 $x=3d$에서가 $x=2d$에서의 $\frac{\sqrt{3}}{2}$배이다.

18

정답 ④

풀이

❖ $t=T$일 때 물체와 막대의 무게 중심의 위치는 A로부터 오른쪽으로 $\frac{2ML+mv_1T}{m+M}$만큼 떨어진 지점에 위치한다. 이때 막대의 평형이 깨지므로 물체와 막대의 무게 중심은 B와 동일 연직선상에 위치한다. B의 위치는 A로부터 오른쪽으로 $4L-v_2T$만큼 떨어진 점이므로

$\left(4-\frac{2M}{m+M}\right)L=\left(\frac{mv_1}{m+M}+v_2\right)T$ 이다.

❖ 표의 값을 대입하면 $\left(\frac{2mv}{m+M}+v\right)t_0=\left(\frac{mv}{m+M}+\frac{v}{4}\right)3t_0$에서 $M=3m$이다.

따라서 $t_0=(4-\frac{6m}{4m})L/(\frac{2mv}{4m}+v)=\frac{5L}{3v}$이다.

19

정답 ③

풀이

❖ 위성은 행성과 가장 가까울 때 속력이 가장 빠르므로 Q의 속력은 b에서 가장 크다. P와 Q의 긴반지름의 길이의 비가 1:4이므로 케플러 제 3법칙에 의해 회전 주기의 비는 1:8이다. 그런데 P의 궤도 안쪽의 넓이가 πR^2이므로 P와 Q의 궤도 안쪽의 넓이비는 1:12이다. 따라서 P와 Q의 면적속도의 비는 2:3이다. P와 행성을 연결한 직선이 P가 a에서 e까지 운동하는 동안 쓸고 지나간 면적을 S'이라 하자. 그러면 t_0의 시간동안 P, Q와 행성을 연결한 직선이 쓸고 지나간 면적은 각각 $S+S'$, $2S+S'$이다. P, Q의 면적속도의 비가 2:3이므로 $S+S':2S+S'=2:3$이고 이를 풀면 $S=S'$이다. 그러므로 케플러 제 2법칙에 의해 P는 $t=\frac{1}{2}t_0$일 때 e에 도달한다.

❖ P에 작용하는 만유인력의 크기는 일정하므로 ㄷ을 판단하기 위해 우선 c를 e로 옮긴다. Q가 b에서 d까지 이동하는 동안 행성과 Q 사이의 거리는 계속 증가하므로, 행성을 중심으로 d를 지나는 원을 그리면 b~d 각도의 부채꼴의 넓이는 $3S$보다 크다. 따라서 행성으로부터 d까지의 거리는 e까지의 거리의 $\sqrt{3}$배보다 크고, 만유인력 식 $F=-G\frac{Mm}{r^2}$을 고려하면 e에서 P가 받는 만유인력의 크기는 d에서 Q가 받는 만유인력의 크기보다 크다.

선지

㉠. Q의 속력은 b에서 가장 크다.

~~ㄴ~~. P는 $t=\frac{2}{5}t_0$일 때(→$t=\frac{1}{2}t_0$일 때) e에 도달한다.

㉢. c에서 P가 받는 만유인력의 크기는 d에서 Q가 받는 만유인력의 크기보다 크다.

20

정답 ④

풀이

❖ 물체의 운동 시간은 물체가 운동하기 시작할 때부터 Ⅰ에 진입하기 전까지 $\sqrt{\frac{2h}{g}}$만큼, Ⅰ에서 $\sqrt{\frac{2h}{g}}$만큼, Ⅰ에서 빠져나온 후 Ⅱ에 진입하기 전까지 $\sqrt{\frac{2h}{g}}$만큼 걸린다. 따라서 Ⅱ에서 운동한 시간은 $\sqrt{\frac{9h}{8g}}$이다.

❖ Ⅰ에서 물체의 수평 방향 가속도를 a라고 하면 Ⅱ에 진입하는 순간 물체의 수평 방향 변위는 $\frac{3ah}{g}$이고, 수평 방향 속도는 $a\sqrt{\frac{2h}{g}}$이므로 수평 방향 변위가 0이기 위해서는 Ⅱ에서 수평 방향 가속도가 $-8a$이어야 한다. 이때 수평 방향 속도의 크기는 $\sqrt{\frac{50a^2h}{g}}$이다. Ⅱ에 진입하는 순간 연직 방향 속도의 크기는 $3\sqrt{2gh}$이므로 $\sqrt{\frac{9h}{8g}}$ 동안 $4h$만큼 이동하기 위해서는 수평면에 도달하는 순간 연직 방향 속도의 크기가 $\sqrt{\frac{98gh}{9}}$여야 한다.

❖ 정리하면 $\frac{50a^2h}{g}+\frac{98gh}{9}=\frac{1250gh}{9}$이고, $a=\frac{8}{5}g$이다. 따라서 Ⅰ에서 작용하는 힘의 크기는 $\frac{8}{5}mg$이다.

Copyright 2022 RuleBreakers, All rights reserved.