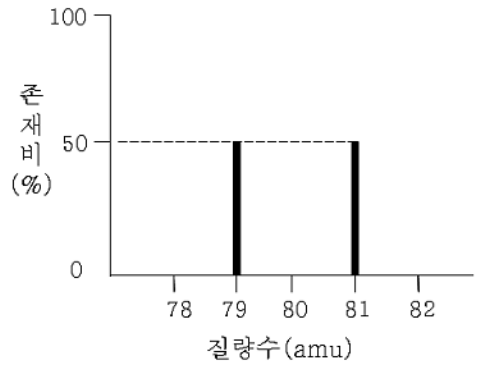
1. 그림은 원자번호가 35인 브롬(Br) 원자의 질량스펙트럼이다.



브롬 분자에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. 브롬의 평균분자량은 160 g/mol 이다.
ㄴ. 분자량이 다른 두 종류의 브롬 분자가 존재한다.
ㄷ. 분자량이 가장 큰 브롬과 분자량이 가장 작은 브롬의 중성자수 차이는 2 이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ
④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄷ

2. 다음은 중크롬산 이온으로 철 이온을 적정하는 산화-환원 반응식이다.

$$Cr_2O_7^{2-}(aq) + \boxed{a}Fe^{2+}(aq) + \boxed{b}H^+(aq) \rightarrow \boxed{c}Cr^{3+}(aq) + \boxed{d}Fe^{3+}(aq) + \boxed{e}H_2O(l)$$

이 산화-환원 반응에 대한 설명으로 옳은 것은?

① $Cr_2O_7^{2-}$는 환원제이다.
② Fe^{2+}는 산화제이다.
③ H^+는 환원제이다.
④ $\boxed{c} : \boxed{d} = 1 : 3$ 이다.
⑤ ($\boxed{a} + \boxed{b}$) 값은 ($\boxed{c} + \boxed{d} + \boxed{e}$) 값보다 작다.

3. 다음은 Ni의 Mond공정에 이용되는 반응식과 열역학 자료이다.

	$Ni(s)$	+	$4\,CO(g)$	$\rightleftharpoons$	$Ni(CO)_4(g)$
ΔH_f^0 (kJ/mol)			- 111		-603
S^0 (J/K·mol)	30		198		411

이 반응에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?
(단, 엔탈피 값은 온도에 무관하다.)

<보 기>

ㄱ. 평형상수는 298 K보다 400 K에서 작다.
ㄴ. 정반응으로 진행될 때 반응 엔트로피는 감소한다.
ㄷ. 정반응의 자발성은 298 K보다 400 K에서 작다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

4. 배위화합물 $[Co(H_2NCH_2CH_2NH_2)_2Cl_2]^+$에서 $H_2NCH_2CH_2NH_2$(en)은 강한장 리간드이며, Co의 원자번호는 27이다. 이 화합물에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 중심금속 Co의 산화수는 +3이다.
② 이 배위화합물은 반자성(diamagnetic)을 띤다.
③ 이 배위화합물의 시스(*cis*)-이성질체는 광학이성질체를 갖는다.
④ 이 배위화합물의 트랜스(*trans*)-이성질체는 자신의 거울상과 겹쳐지지 않는다.
⑤ $H_2NCH_2CH_2NH_2$(en)은 두 자리 리간드로 Co와 배위공유결합하여 킬레이트(chelate)를 형성한다.

5. 다음 화합물의 구조이성질체 수를 각각 a, b, c라 할 때, 이들의 크기를 옳게 나타낸 것은?

C_4H_9Cl	$C_4H_{10}O$	C_5H_{12}
a	b	c

① a = b > c
② a > b > c
③ b > a > c
④ b > c > a
⑤ c > a = b

6. 다음은 중심원자가 C 또는 N인 세 가지 화합물이다.

C_2H_2	N_2F_2	N_2H_4

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

<보 기>

ㄱ. 결합각이 가장 작은 것은 N_2H_4이다.
ㄴ. 중심원자 간 결합에너지는 C_2H_2가 N_2H_4보다 크다.
ㄷ. 세 화합물에서 각 분자의 모든 원자는 동일 평면에 존재한다.

① ㄴ
② ㄷ
③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ
⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

7. 다음은 과산화수소 분해반응의 반응메커니즘을 나타낸 것이다.

$$H_2O_2 + Br^- \xrightarrow{\text{느림}} H_2O + BrO^-$$

$$H_2O_2 + BrO^- \xrightarrow{\text{빠름}} H_2O + O_2 + Br^-$$

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

<보 기>

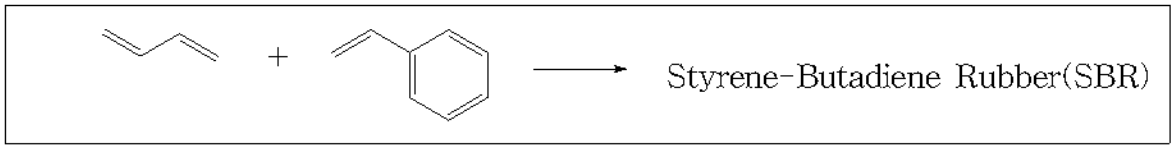
ㄱ. Br^-은 촉매로 작용한다.
ㄴ. BrO^-은 반응중간체이다.
ㄷ. 반응속도는 $[H_2O_2]^2$에 비례한다.

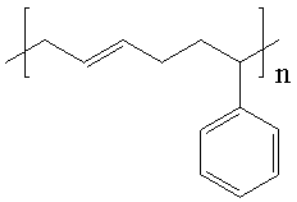
① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

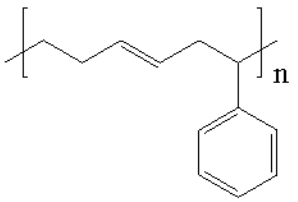
8. 유기 화합물의 분석 자료와 각 자료로부터 얻을 수 있는 화합물의 정보를 짝지은 것으로 옳지 않은 것은?

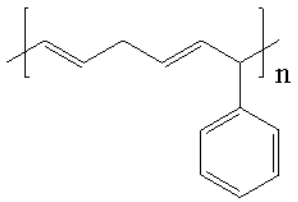
① 질량 스펙트럼 — 분자량
② X 선 회절 — 탄소원자의 핵 스핀
③ 적외선(IR) 스펙트럼 — 작용기
④ ^1H 핵자기 공명(NMR) 스펙트럼 — 수소의 화학적 환경
⑤ 자외선/가시광선 스펙트럼 — π결합의 컨쥬게이션(conjugation)

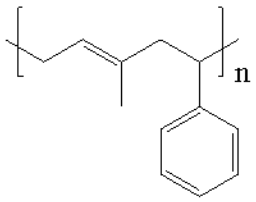
9. 다음과 같이 1,3-부타디엔과 스티렌을 공중합반응시키면 Styrene-Butadiene Rubber(SBR)를 얻는다. SBR의 구조식으로 옳은 것은?

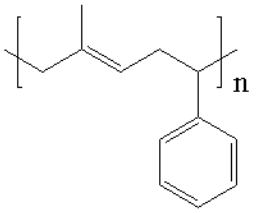


① 

② 

③ 

④ 

⑤ 

10. 다음은 1.0 M 약산(HA) 수용액의 평형 반응식과 K_a 상수이다.

$$HA(aq) + H_2O(aq) \rightleftharpoons H_3O^+(aq) + A^-(aq) \qquad K_a = 1.8 \times 10^{-5}$$

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. A^-은 H_2O보다 강염기이다.

ㄴ. pH = 5에서 $\frac{[HA]}{[A^-]} < 1$이다.

ㄷ. 이 수용액에 물을 첨가하면 HA의 이온화도가 증가한다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

11. 광합성의 암반응이 진행되고 있는 도중, CO_2의 공급이 중단된다면 엽록체에 가장 많이 축적되는 물질은?

① PGA ② DPGA ③ PGAL
④ $C_6H_{12}O_6$ ⑤ RuBP

12. 광합성에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. 광합성은 식물에서만 일어나는 현상이다.
ㄴ. 광합성 시 방출되는 산소는 이용된 물에서 유래된 것이다.
ㄷ. Rubisco 효소는 이산화탄소에 대한 기질친화력이 있다.
ㄹ. 광의존성반응의 결과물로 NADH와 ATP가 생성된다.

① ㄱ, ㄷ ② ㄱ, ㄹ ③ ㄴ, ㄷ
④ ㄱ, ㄴ, ㄹ ⑤ ㄴ, ㄷ, ㄹ

13. 격렬한 운동 직후 근육세포에 운동 전보다 더 많아진 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. 젖산 ㄴ. 액틴 ㄷ. NAD^+ ㄹ. 크레아틴 인산

① ㄱ, ㄴ ② ㄱ, ㄷ ③ ㄴ, ㄷ
④ ㄴ, ㄹ ⑤ ㄱ, ㄷ, ㄹ

14. 쓸개즙에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

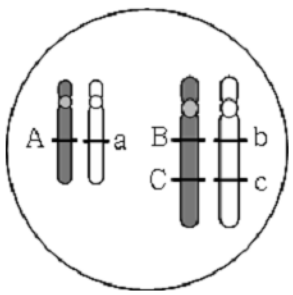
ㄱ. 간에서 만들어진다.
ㄴ. 지용성 비타민의 흡수를 돕는다.
ㄷ. 지방을 분해하는 소화효소가 들어 있다.

① ㄴ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄱ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

15. 쥐 1000마리를 포획하였더니 그 중 90마리는 흰털 쥐였다. 포획된 쥐 집단은 검은털(B)이 흰털(b)에 대해 우성이다. 멘델의 유전법칙과 하디-와인버그의 법칙이 적용된다고 할 때, 이 집단에서 이형접합(Bb)의 검은털 쥐는 몇 마리가 있겠는가?

① 210 마리 ② 420 마리 ③ 490 마리
④ 710 마리 ⑤ 910 마리

16. 그림은 두 염색체 쌍에 존재하는 유전자 배열을 나타낸 것이다. 유전자 B와 C를 가지고 있는 염색체에서 B와 C사이의 교차율이 10%일 때, AbC의 생식세포가 생길 확률은? (단, a, b, c는 각각 유전자 A, B, C의 대립유전자이다.)



① $\frac{1}{2}$ ② $\frac{1}{4}$ ③ $\frac{1}{10}$
④ $\frac{1}{20}$ ⑤ $\frac{1}{40}$

17. 핵산에 관한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. 진핵생물의 RNA 중합효소 I 은 rRNA를 합성한다.
ㄴ. mRNA를 구성하는 염기조성은 샤가프의 규칙을 따른다.
ㄷ. tRNA에서 발견되는 염기는 네 종류의 일반염기와 이들이 화학적으로 변형된 염기로 구성되어 있다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

18. 표는 tRNA 안티코돈의 염기서열과 이에 해당하는 아미노산을 짝지은 것이다.

tRNA 안티코돈(5′→3′)	아미노산
CGG	프롤린
UGC	알라닌
GGC	알라닌
CGU	트레오닌
GCA	시스테인
ACG	아르기닌

서열 5′-GCCCGUGCA-3′의 mRNA로부터 생성되는 펩티드의 아미노산 서열을 순서대로 옳게 나열한 것은?

① 알라닌-아르기닌-알라닌
② 알라닌-트레오닌-프롤린
③ 프롤린-알라닌-트레오닌
④ 프롤린-시스테인-알라닌
⑤ 프롤린-시스테인-트레오닌

19. 표는 군집 A, B에서 확인된 모든 종 Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ, Ⅳ, Ⅴ의 개체수를 나타낸 것이다.

개체수 / 군집	종 Ⅰ	종 Ⅱ	종 Ⅲ	종 Ⅳ	종 Ⅴ
A	90	1	4	3	2
B	19	21	22	18	20

이에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

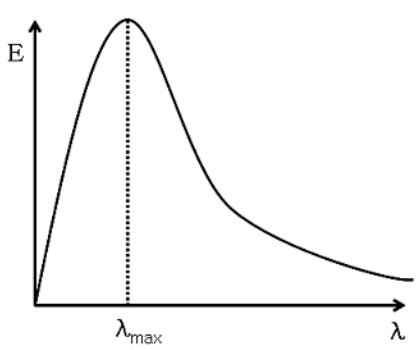
ㄱ. 종 Ⅰ은 군집 A에서 우점종이다.
ㄴ. 종풍부도(species richness)는 군집 A보다 군집 B가 더 높다.
ㄷ. 종다양도(species diversity)는 군집 A보다 군집 B가 더 높다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄱ, ㄷ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

20. 생물체에 축적이 될 수 있는 화합물 X를 어느 농경지에 살포하였다. 이 농경지에 잔류되어 있던 화합물 X가 비와 지하수에 의해 인근 호수에 유입되었다. 일정 기간이 지난 후 이 호수에 살고 있는 생물 중 체내(혹은 세포)에 축적된 화합물 X의 농도가 가장 높은 것은?

① 식물성 플랑크톤 ② 동물성 플랑크톤 ③ 잡식성 어류
④ 육식성 어류 ⑤ 어류를 잡아먹는 조(鳥)류

21. 그림은 흑체의 복사에너지 플럭스(E)를 파장(λ)에 따라 나타낸 것이다.



태양과 지구에서 방출되는 복사를 각각 6000 K와 300 K의 흑체복사로 가정할 때, 아래의 (A)와 (B)에 들어갈 숫자를 옳게 나열한 것은? (단, λ_{max}는 최대 복사에너지 파장이다.)

ㅇ 지구에서 방출되는 지구복사의 최대 복사에너지 파장은 지구로 유입되는 태양복사의 최대 복사에너지 파장의 (A)배다.
ㅇ 태양과 지구에서 1 초 동안 1 cm^2 면적에서 방출되는 복사에너지는 태양이 지구의 (B)배다.

	(A)	(B)		(A)	(B)
①	10	400	②	10	160000
③	20	400	④	20	160000
⑤	20	3200000			

22. 저위도 지역에서 부는 무역풍은 표층해류를 어느 방향으로 흐르게 하는가?

① 동쪽 ② 서쪽 ③ 남쪽 ④ 북쪽 ⑤ 남동쪽

23. 판구조 운동에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. 하와이열도 아래에는 섭입대가 있다.
ㄴ. 대서양 해저의 중앙해령에는 수렴경계가 있다.
ㄷ. 히말라야산맥은 대륙지각과 대륙지각이 충돌하여 형성되었다.

① ㄱ ② ㄷ ③ ㄱ, ㄴ
④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

24. 다음은 해양 심층수에 대한 설명이다.

> 해수가 결빙하면 주변의 해수는 염분이 높아져서 밀도가 커지고, 밀도가 커진 해수는 침강하여 심층수가 형성된다. 이러한 심층수는 (A) 지역에서 생성되고, 심층수의 순환은 표층수의 순환보다 매우 (B).

(A)와 (B)에 들어갈 말로 알맞은 것은?

	(A)	(B)		(A)	(B)
①	저위도	느리다	②	저위도	빠르다
③	중위도	빠르다	④	고위도	느리다
⑤	고위도	빠르다			

25. 사진은 허블 우주 망원경으로 찍은 NGC 1300 은하의 모습이다.

이 은하에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 막대 나선 은하이다.
② 성간물질에서 별이 생성되고 있다.
③ 나이가 젊은 별은 주로 나선팔에 있다.
④ 중앙팽대부(central bulge)는 주로 늙은 별로 구성되어 있다.
⑤ 중앙팽대부(central bulge)의 질량이 헤일로의 질량보다 크다.

26. 태양의 특성에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. 흑점은 크기가 클수록 수명이 짧다.
ㄴ. 자전 주기는 적도 부근이 극 부근보다 짧다.
ㄷ. 채층의 상층부 온도는 광구의 상층부 온도보다 높다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄴ, ㄷ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

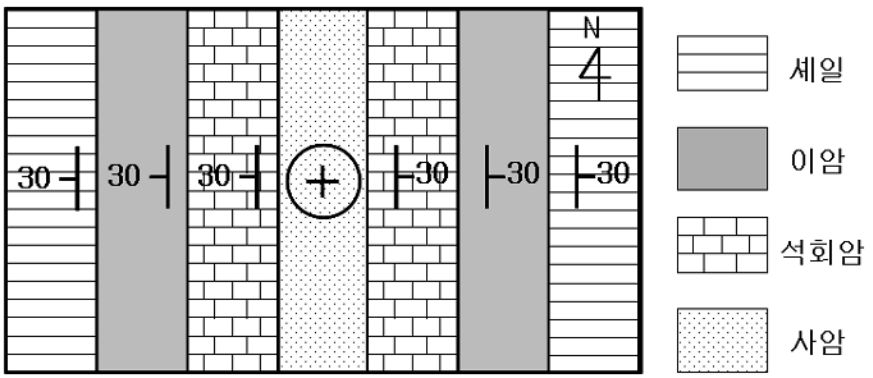
27. 태양계를 구성하는 천체에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 수성은 금성보다 평균 온도가 높다.
② 화성은 천왕성보다 공전 주기가 길다.
③ 달은 태양계에서 질량이 가장 큰 위성이다.
④ 목성의 대적반은 수 일의 주기로 생성과 소멸을 거듭한다.
⑤ 토성의 위성인 타이탄은 주로 질소로 구성된 대기를 가지고 있다.

28. 우리나라의 지질분포에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 대부분의 석탄은 신생대에 형성된 것이다.
② 포항 일대에는 고생대 퇴적암이 분포한다.
③ 중생대 퇴적암은 주로 경상남북도에 분포한다.
④ 독도는 중생대에 분출한 화산에 의해 형성되었다.
⑤ 선캄브리아 누대의 암석은 한반도 남부 지역에 가장 넓게 분포한다.

29. 다음은 어느 지역의 지질도이다.



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

<보 기>

ㄱ. 이 지역에는 배사구조가 나타난다.
ㄴ. 이암층이 가장 오래된 암석이다.
ㄷ. 석회암의 주향은 N 30°E이다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄱ, ㄴ, ㄷ

30. 지진에 대한 설명으로 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. 지진파의 전파 속도는 S파가 P파보다 느리다.
ㄴ. 규모가 큰 지진은 판의 발산경계에서 주로 발생한다.
ㄷ. 지진이 발생했을 때 진도는 모든 지역에서 일정하다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

31. 질량이 60 kg 이고 부피가 $1.2\times10^{-2}\,m^3$ 인 바위가 호수의 바닥에 놓여 있다. 이 바위를 등속으로 끌어올리는 데 필요한 힘은? (단, 중력가속도는 $10\,m/s^2$, 물의 밀도는 $1.0\times10^3\,kg/m^3$ 이며 물의 저항은 무시한다.)

① 480 N ② 500 N ③ 520 N
④ 550 N ⑤ 600 N

32. 진동수가 200 Hz인 소리굽쇠를 다른 소리굽쇠 A와 나란히 놓아 진동시켰더니 맥놀이 현상이 관찰되었다. 맥놀이 진동수가 3 Hz일 때 소리굽쇠 A의 진동수에 해당하는 것은? (단, 맥놀이 진동수는 1 초당 소리의 강약이 반복되는 회수이다.)

① 195.5 Hz ② 197 Hz ③ 201.5 Hz
④ 204 Hz ⑤ 206 Hz

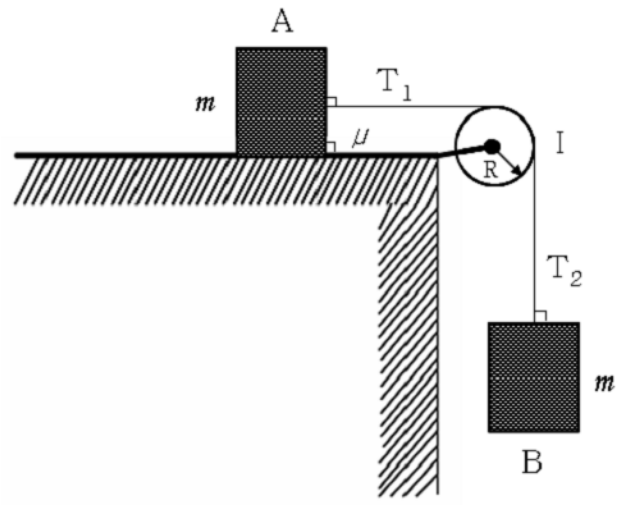
33. 물리량과 물리현상에 대한 설명 중 옳은 것만을 <보기>에서 있는 대로 고른 것은?

<보 기>

ㄱ. 각운동량과 플랑크상수의 단위는 다르다.
ㄴ. 저항과 인덕터의 직렬연결회로에 직류 전원을 걸어 줄 경우 인덕턴스를 조절하면 흐르는 전류의 위상을 바꿀 수 있다.
ㄷ. 균질한 구형 물체의 질량중심을 지나는 축에 대한 관성모멘트는 질량중심을 지나지 않는 다른 축에 대한 관성모멘트보다 항상 작다.

① ㄱ ② ㄴ ③ ㄷ ④ ㄱ, ㄴ ⑤ ㄴ, ㄷ

34. 그림과 같이 수평인 탁자 면 위에 물체 A가 반경 R인 원판 도르래를 통하여 물체 B와 연결되어 있다. 물체 A, B와 도르래의 질량은 모두 m 이며, 물체 A와 탁자 면 사이의 운동마찰계수는 $\mu = 0.20$ 이다.



물체가 등가속도로 움직이고 있을 때, 도르래에 토크를 발생시키는 장력의 차이 $T_2 - T_1$ 은? (단, 원판 도르래의 관성모멘트 I는 $\frac{1}{2}mR^2$, g 는 중력가속도이다. 줄의 질량은 무시하고, 줄은 도르래에서 미끄러지지 않는다.)

① $0.08mg$ ② $0.12mg$ ③ $0.16mg$ ④ $0.20mg$ ⑤ $0.24mg$

35. 평행한 두 무한 직선도선이 공기 중에서 서로 r 만큼 떨어져 있다. 각 도선에 같은 크기의 전류 I가 같은 방향으로 흐르고 있을 때, 두 도선 간에 작용하는 단위 길이당 힘에 대한 설명으로 옳은 것은? (단, μ_0는 공기 중에서의 투자율이다.)

① $\frac{\mu_0 I^2}{4\pi r^2}$ 의 힘으로 서로 민다.

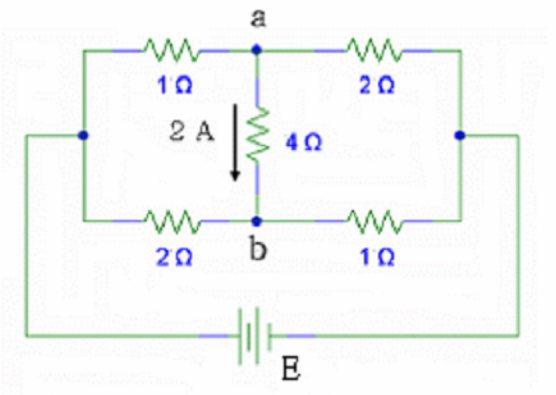
② $\frac{\mu_0 I^2}{2\pi r}$ 의 힘으로 서로 민다.

③ $\frac{\mu_0 I^2}{4\pi r^2}$ 의 힘으로 서로 당긴다.

④ $\frac{\mu_0 I^2}{4\pi r}$ 의 힘으로 서로 당긴다.

⑤ $\frac{\mu_0 I^2}{2\pi r}$ 의 힘으로 서로 당긴다.

36. 그림은 다섯 개의 저항과 기전력이 E인 전원장치를 이용하여 구성한 회로를 나타낸 것이다.



점 a에서 점 b로 4Ω의 저항에 2A의 전류가 흐를 때 기전력 E는?

① 24 V ② 32 V ③ 36 V
④ 40 V ⑤ 60 V

37. 유한한 폭을 갖는 일차원 무한 퍼텐셜 양자우물 안에 한 개의 입자가 있다. 이 입자의 상태함수가 다음과 같다.

$$\Psi(x) = \sqrt{\frac{2}{3}}\,\psi_1(x) + \frac{1}{\sqrt{3}}\,\psi_2(x)$$

$\psi_n(x)$는 규격화된 n 번째 고유파동함수이며 해당하는 고유에너지는 $E_n = n^2 E_1$ 이다. 이 상태에 대한 에너지 측정의 기대값은?

① E_1 ② $\sqrt{2}\,E_1$ ③ $\sqrt{3}\,E_1$

④ $2E_1$ ⑤ $2\sqrt{3}\,E_1$

38. 보어의 수소원자 모형에서 전자가 양성자 주변을 속력 v, 반지름 r로 원운동을 한다고 할 때, 양자가설 $mvr = n\dfrac{h}{2\pi}$(n은 자연수)을 적용하여 전자의 허용된 궤도 반지름을 구하면? (단, m은 전자의 질량, e는 전자 전하량의 크기, h는 플랑크 상수, ϵ_0는 진공 유전상수이다.)

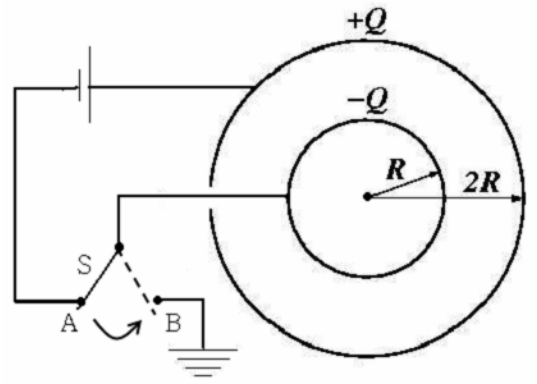
① $\dfrac{\epsilon_0 h^2}{me^2}n^2$ ② $\dfrac{\epsilon_0 h^2}{\pi me^2}n^2$ ③ $\dfrac{\epsilon_0 h^2}{me^2}\dfrac{1}{n^2}$

④ $\dfrac{\epsilon_0 h^2}{\pi me^2}\dfrac{1}{n^2}$ ⑤ $\dfrac{\epsilon_0 h^2}{me^2}\dfrac{1}{n}$

39. 열용량이 C이고 온도가 360 K인 물체를 온도가 300 K로 유지되는 커다란 물통에 담가 열평형을 이루었다. 이 과정에서 일어나는 엔트로피 총 변화량에 가장 가까운 값은? (단, $\ln 1.2 = 0.182$ 이다.)

① 0.018C ② 0.036C ③ 0.048C
④ 0.064C ⑤ 0.182C

40. 그림은 중심이 일치하고 반지름이 R과 2R인 두 개의 구면 도체로 이루어진 축전기의 모식도이다. 스위치 S를 A에 연결하여 충분히 대전시켰더니 바깥쪽 구면에 전하량 $+Q$가 대전되었다.



스위치 S가 B에 접지된 후 안쪽 구면에 남겨진 전하량은? (단, 접지점의 전위는 무한히 먼 곳에서의 전위와 같다.)

① 0 ② $-\frac{1}{8}Q$ ③ $-\frac{1}{4}Q$ ④ $-\frac{1}{2}Q$ ⑤ $-\frac{2}{3}Q$