

環境計量に関する基礎知識（物理）

注意事項

- 1 解答時間は、1 時間 10 分である。
- 2 答案用紙の所定の欄に、氏名、生年月日及び受験番号を楷書体で正確に記入し、生年月日及び受験番号については、その下のマーク欄にもマークすること。
- 3 問題は 25 問で、全問必須である。
- 4 出題の形式は、五肢択一方式である（各問に対して五つの選択肢が用意されており、その中から一つの解答を選ぶ方法）。
- 5 マークの記入については、答案用紙の記入例を参照すること。
- 6 採点は機械による読み取りで行う。解答の記入にあたっては、次の点に十分注意すること。
 - (1) 解答は、各問の番号に対応するマーク欄に一か所のみマークすること。
 - (2) 筆記用具は HB の黒鉛筆または黒シャープペンシルを用い、マーク欄の枠内を塗りつぶすこと。
※万年筆、黒以外の色の鉛筆、色の薄い鉛筆、ボールペン、サインペン等によるマークは、機械による読み取りができないので使用しないこと。
 - (3) 解答を修正する場合は、消しゴムできれいに消して、消しくずを残さないようにすること。
 - (4) 答案用紙は汚したり、折り曲げたりしないこと。
- 7 黒板に記載の注意事項を必ず確認すること。

以上の注意事項及び試験監督員からの指示事項が守られない場合は、採点されないことがある。

指示があるまで開かないこと。

問 1 環境基本法第 14 条に規定する、環境の保全に関する施策の策定及び実施における確保すべき事項に関する次の記述の、(ア)～(ウ)に入る語句の組合せとして正しいものを、次の 1～5 の中から一つ選べ。

- 一 人の健康が保護され、及び生活環境が保全され、並びに されるよう、大気、水、土壌その他の環境の自然的構成要素が良好な状態に保持されること。
- 二 生態系の多様性の確保、 その他の生物の多様性の確保が図られるとともに、森林、農地、水辺地等における多様な自然環境が地域の自然的社会的条件に応じて体系的に保全されること。
- 三 人と自然との が保たれること。

	(ア)	(イ)	(ウ)
1	自然環境が適正に保全	野生生物の種の保存	豊かな触れ合い
2	自然環境が適正に保全	野生生物の種の保存	生存圏の分離
3	持続的な開発が促進	家畜その他動物の飼養	豊かな触れ合い
4	持続的な開発が促進	野生生物の種の保存	生存圏の分離
5	自然環境が適正に保全	家畜その他動物の飼養	生存圏の分離

問 2 騒音規制法第 3 条 (地域の指定) 第 1 項の (ア) ~ (オ) に入る語句として誤っているものを、次の 1 ~ 5 の中から一つ選べ。

都道府県知事 (市の区域内の地域については、市長。) は、 地域、 地域その他の騒音を防止することにより を保全する必要があると認める地域を、 において発生する騒音及び に伴って発生する騒音について規制する地域として指定しなければならない。

- 1 (ア) 住居が集合している
- 2 (イ) 病院又は学校の周辺の
- 3 (ウ) 住民の生活環境
- 4 (エ) 特定施設
- 5 (オ) 特定建設作業

問 3 騒音規制法第 20 条（報告及び検査）に関する記述の（ア）～（オ）に入る語句として正しいものを、選択肢の 1～5 の中から一つ選べ。

（報告及び検査）

- 第 20 条 は、この法律の施行に必要な限度において、政令で定めるところにより、特定施設を設置する者若しくは特定建設作業を伴う建設工事を施工する者に対し、、 その他必要な事項の報告を求め、又はその職員に、特定施設を設置する者の特定工場等若しくは特定建設作業を伴う建設工事を施工する者の建設工事の場所に立ち入り、特定施設その他の物件を検査させることができる。
- 2 前項の規定により立入検査をする職員は、 を携帯し、関係人に提示しなければならない。
- 3 第 1 項の規定による立入検査の権限は、 のために認められたものと解釈してはならない。

- 1 (ア) 都道府県知事
- 2 (イ) 特定施設の騒音
- 3 (ウ) 特定建設作業の騒音
- 4 (エ) 計量法第 71 条の条件に合格した騒音計
- 5 (オ) 犯罪捜査

問 4 振動規制法第 4 条の、(ア)～(エ)に入る解答群の語句の記号の組合せとして正しいものを、次の 1～5 の中から一つ選べ。

第 4 条 (ア) は、前条第 1 項の規定による指定をするときは、(イ) が(ウ)において発生する振動について規制する必要の程度に応じて昼間、夜間その他の時間の区分及び区域の区分ごとに定める基準の範囲内において、当該指定に係る地域について、これらの区分に対応する時間及び区域の区分ごとの(エ)を定めなければならない。

[解答群]

- | | | |
|-----------|-----------|-----------|
| a. 環境大臣 | b. 都道府県知事 | c. 市町村長 |
| d. 特定施設 | e. 特定工場等 | f. 特定建設作業 |
| g. 道路交通振動 | h. 環境基準 | i. 規制基準 |

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
1	b	a	e	i
2	c	b	d	i
3	a	b	f	h
4	b	a	f	h
5	a	b	g	i

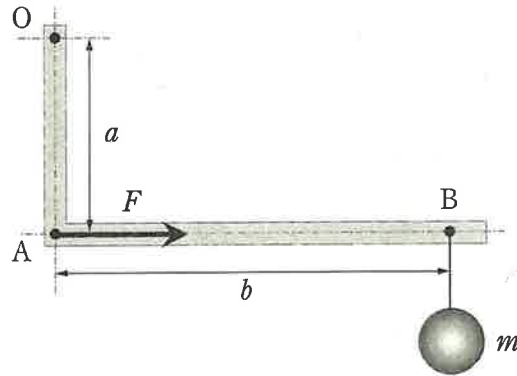
問 5 振動規制法第 6 条（特定施設の設置の届出）において、指定地域内において工場又は事業場（特定施設が設置されていないものに限る。）に特定施設を設置しようとする者が、環境省令で定めるところにより、市町村長に届け出なければならない事項として誤っているものを、次の中から一つ選べ。

- 1 氏名又は名称及び住所並びに法人にあつては、その代表者の氏名
- 2 工場又は事業場の名称及び所在地
- 3 特定施設の種類及び能力ごとの数
- 4 振動の防止の方法
- 5 特定施設の使用の期限

問 6 次の物理量の演算後の次元が力の次元でないものはどれか。次の中から一つ選べ。ただし物理量は SI 単位を持つものとする。

- 1 質量 \times 加速度
- 2 電界の強さ \times 電気量
- 3 仕事 \times 距離
- 4 力積 / 時間
- 5 圧力 \times 面積

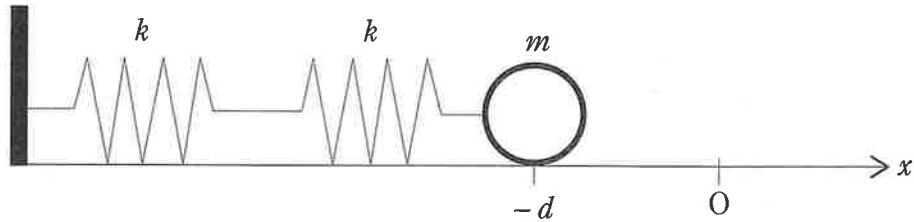
問 7 図のように、軽く変形しない直角定規を、点 O を支点にして自由に回転できるように取り付けた。点 B に軽い糸で質量 m のおもりを掛け、点 A に水平右向きに力 F を加えて、 AB が水平を保つように支えた。点 O から点 A までの距離を a 、点 A から点 B までの距離を b とするとき、点 A に加えた力 F の大きさはいくらか。正しいものを下記の中から一つ選べ。ただし、重力加速度の大きさを g とする。



- 1 $\frac{b}{a} mg$
- 2 $\frac{b^2}{a^2} mg$
- 3 $\left(1 + \frac{b}{a}\right) mg$
- 4 $\left(1 + \frac{b^2}{a^2}\right) mg$
- 5 $\sqrt{1 + \frac{b^2}{a^2}} mg$

問 8 図のように、ばね定数が k の軽いばね 2 本を直列につないで摩擦のない水平な台に置き、左端を壁に固定し右端に質量 m のおもりをつないだ。水平右向きに x 軸の正の向きを取り、ばねが自然長であるときのおもりの位置を原点 O とする。

おもりを $x = -d$ の位置までばねを押し込んだ状態でいったん静止させ、その後静かに手を離れた。おもりが原点 O を通過する瞬間の速さとして正しいものを下記の中から一つ選べ。



1 $d\sqrt{\frac{2k}{m}}$

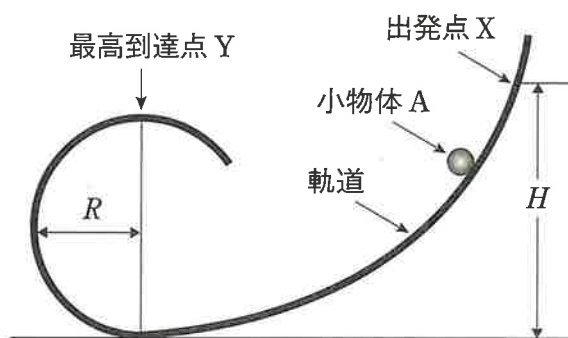
2 $d\sqrt{\frac{k}{2m}}$

3 $2d\sqrt{\frac{k}{m}}$

4 $d\sqrt{\frac{2m}{k}}$

5 $d\sqrt{\frac{m}{2k}}$

問 9 図のように、地面から高さ H の出発点 X に小物体 A を静かに置き、鉛直面内で半径 R の円状のループを含む軌道上を運動させたとき、最高到達点 Y で小物体 A が軌道から離れることなく回転するための H の最小値として正しいものを下記の中から一つ選べ。ただし、小物体 A と軌道との摩擦および空気抵抗は無視できるものとする。重力加速度の大きさは g とする。



1 $\frac{5}{2}R$

2 $3R$

3 $\frac{7}{2}R$

4 $4R$

5 $\frac{9}{2}R$

問10 床からの高さ h の地点から、球体を静かに落とす。球体は床で跳ねたあと、高さ $\frac{h}{2}$ まで達した。このとき、床と球体の反発係数（はねかえり係数）として正しいものを次の中から一つ選べ。ただし球体の大きさ、および空気抵抗は無視できるものとする。

1 $\frac{1}{4}$

2 $\frac{1}{2}$

3 $\frac{\sqrt{2}}{2}$

4 $\sqrt{2}$

5 2

問11 ばねに質量 10 kg の重りをつるしたところ、ばねは 20 cm 伸びてつり合った。この状態から重りを鉛直方向に単振動させたときの周期として最も近いものを次の中から一つ選べ。ただし、重力加速度の大きさは 9.8 m/s^2 とする。

1 0.90 s

2 1.8 s

3 2.7 s

4 3.6 s

5 4.5 s

問12 x 軸上を正の向きに伝搬する正弦波を考える。位置 x での媒質の変位 y が時刻 t のときに $y = a \sin\{2\pi(bt - cx)\}$ と表された。ここで $a = 3.0 \text{ m}$, $b = 0.50 \text{ s}^{-1}$, $c = 2.0 \text{ m}^{-1}$ とする。この正弦波の波長 λ と周期 T の組合せとして正しいものを次の中から一つ選べ。

1 $\lambda = 0.50 \text{ m}$, $T = 0.50 \text{ s}$

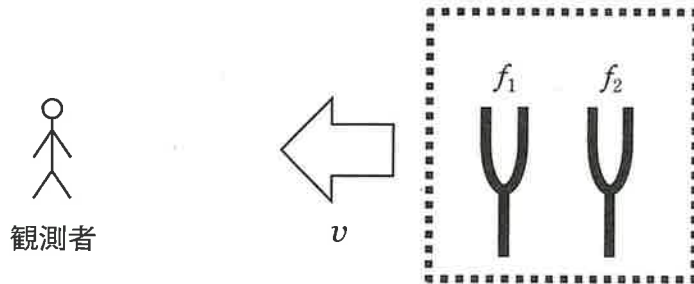
2 $\lambda = 1.0 \text{ m}$, $T = 1.5 \text{ s}$

3 $\lambda = 1.5 \text{ m}$, $T = 2.0 \text{ s}$

4 $\lambda = 0.50 \text{ m}$, $T = 2.0 \text{ s}$

5 $\lambda = 3.0 \text{ m}$, $T = 1.5 \text{ s}$

問13 図のように、静止している観測者に向かって、振動数 f_1 と f_2 ($f_1 > f_2$) の二つの音源が、音速 V よりも小さい一定の速さ v で近づいている。観測者が観測する、二つの音源のうなりの振動数として正しいものを下記の中から一つ選べ。ただし、観測者と二つの音源は常に同一直線上にあり、無風であるとする。

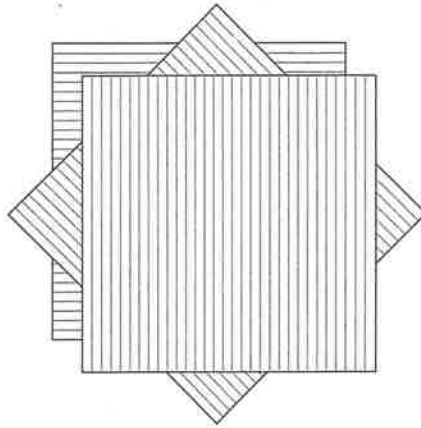


- 1 $f_1 - f_2$
- 2 $\left(\frac{V}{V-v}\right)(f_1 - f_2)$
- 3 $\left(\frac{V+v}{V}\right)(f_1 - f_2)$
- 4 $\left(\frac{V+v}{V-v}\right)(f_1 - f_2)$
- 5 $\left(\frac{V}{V+v}\right)(f_1 - f_2)$

問14 理想的な偏光板に直線偏光が垂直入射すると、透過光は、偏光板の偏光軸に平行な偏光面をもつ直線偏光になり、その強度 I は、入射した直線偏光の強度を I_0 、入射光の偏光面と偏光板の偏光軸とのなす角を θ とすれば、

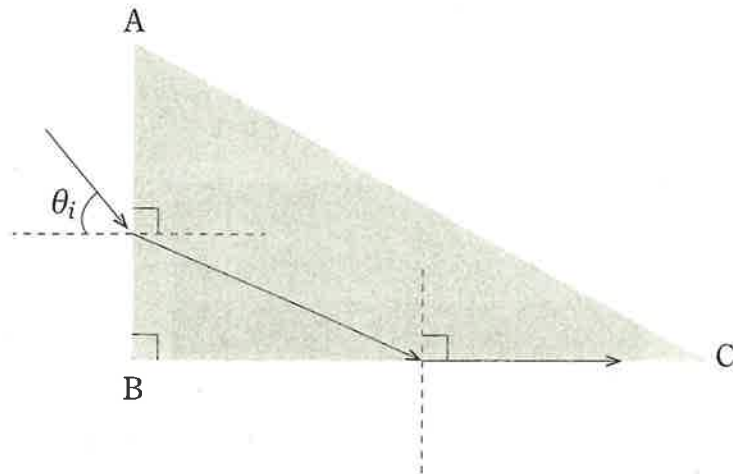
$$I = I_0 \cos^2 \theta$$

で与えられる。したがって、偏光軸が互いに直交するように2枚の偏光板を重ねると、1枚目の偏光板透過後の直線偏光は、2枚目を透過できず、重なった部分は黒く見える(直交ニコルの状態という)。この直交ニコルの状態にある2枚の偏光板の間に、図のように、 45° の角度で、3枚目の偏光板を挿入した。このとき、3枚の偏光板を透過した光の強度は、1枚目を透過した直線偏光の強度の何%か。最も近いものを下記の中から一つ選べ。ただし、偏光板は全て理想的であるとする。



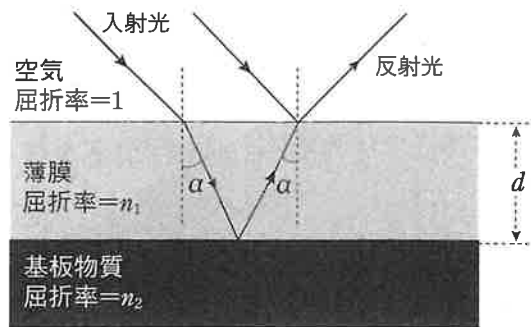
- 1 0 %
- 2 25 %
- 3 50 %
- 4 71 %
- 5 100 %

問15 図のように、真空中に絶対屈折率が $n = \frac{2}{\sqrt{3}}$ であるガラスを置く。上からガラスを見た形は三角形で、角 ABC は 90° である。光は三角形 ABC を含む平面内を進むものとする。 AB に入射角 θ_i で入射した単色光が BC に臨界角で入射した。このときの $\sin \theta_i$ の値として正しいものを下記の中から一つ選べ。



- 1 $\frac{\sqrt{2}}{2}$
- 2 $\frac{\sqrt{3}}{2}$
- 3 $\frac{2\sqrt{3}}{3}$
- 4 $\frac{2\sqrt{2}}{3}$
- 5 $\frac{\sqrt{3}}{3}$

問16 図のように、屈折率 n_2 の基板物質が、厚さ d 、屈折率 n_1 の薄膜で覆われており、薄膜の上は空気（屈折率 1）であるとする。この膜に波長 λ の位相がそろった平行光線を入射したところ、屈折角 α で薄膜中に光が進み、基板物質で反射され、薄膜の表面で反射される光と重なって干渉した。この 2 つの光が強め合う条件式として正しいものを下記の中から一つ選べ。ただし、 $1 < n_1 < n_2$ で、 m は自然数とする。



- 1 $2n_1 d \cos\alpha = m\lambda$
- 2 $2n_1 d \cos\alpha = \left(m - \frac{1}{2}\right)\lambda$
- 3 $2d \cos\alpha = m\lambda$
- 4 $2d \cos\alpha = \left(m - \frac{1}{2}\right)\lambda$
- 5 $2d \cos\alpha = mn_1\lambda$

問17 0℃の200gの氷と0℃の液体の水300gが混合したものを通電前の電気ポットへ入れた。通電してから全体が100℃になるまでに5分30秒かかった。電気ポットのヒーター電力として最も近いものを次の中から一つ選べ。ただし、電気エネルギーはすべて水と氷の混合物に熱として伝わり、電気ポットの容器は断熱容器とする。また、水の比熱を4 J/(g·K)、氷の融解熱を330 J/gとする。

1 400 W

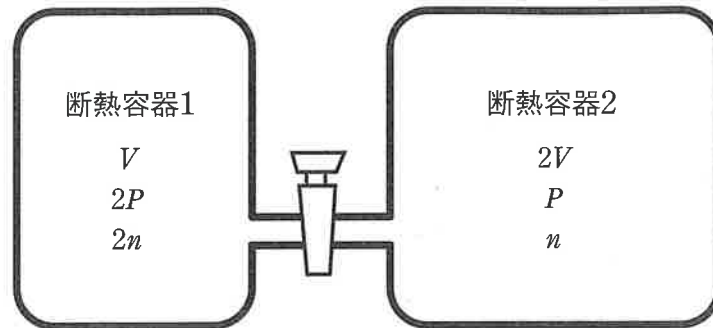
2 500 W

3 600 W

4 700 W

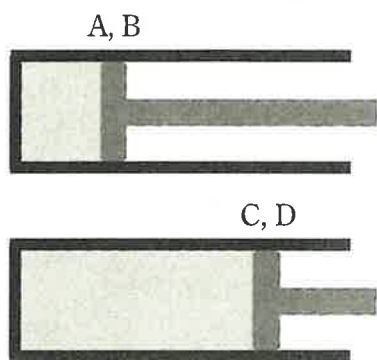
5 800 W

問18 図のように、二つの断熱容器が容積の無視できる細管とコックでつながれ、内部に単原子分子理想気体が封入されている。容器1と容器2の容積はそれぞれ、 V と $2V$ である。はじめ、コックが閉じた状態では、容器1内部は物質質量 $2n$ の理想気体が圧力 $2P$ で、容器2内部は物質質量 n の理想気体が圧力 P でそれぞれ熱平衡状態にあった。この状態からコックを静かに開けたところ、容器内部の圧力が共に P' となった。 P' として正しいものを下記の中から一つ選べ。

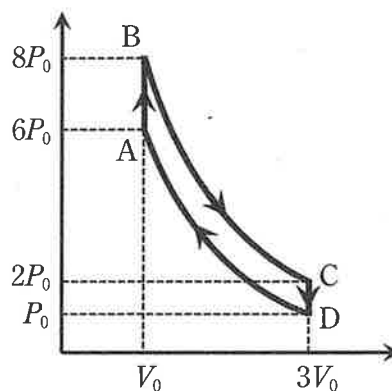


- 1 $\frac{1}{2}P$
- 2 $\frac{2}{3}P$
- 3 $\frac{4}{3}P$
- 4 $\frac{3}{2}P$
- 5 $\frac{3}{4}P$

問19 図(a)のように、滑らかに動くピストンがついた容器中に理想気体が注入されている。この気体の状態(圧力、体積、絶対温度)が図(b)の状態 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$ と変化する熱機関を考える。ここで、 $A \rightarrow B$ の過程と $C \rightarrow D$ の過程は定積変化であり、 $B \rightarrow C$ の過程と $D \rightarrow A$ の過程は断熱変化である。状態 A, B, C, D における気体の圧力を $6P_0, 8P_0, 2P_0, P_0$ 、また、 A と B, C と D における体積をそれぞれ $V_0, 3V_0$ とする。このとき、 A, B, C, D における絶対温度 T_A, T_B, T_C, T_D の関係として正しいものを下記の中から一つ選べ。



(a)



(b)

- 1 $T_D < T_A < T_C = T_B$
- 2 $T_D < T_A < T_C < T_B$
- 3 $T_D = T_A < T_C < T_B$
- 4 $T_D < T_C < T_A < T_B$
- 5 $T_D < T_A = T_C < T_B$

問20 100 V用の100 Wと40 Wの白熱電球を直列に接続し、交流100 Vにつないだ。次の中から正しいものを一つ選べ。ただし、両電球の抵抗値の大小関係は動作条件によらず不変とする。

- 1 40 W 電球の抵抗は100 W 電球の抵抗より小さい。
- 2 40 W 電球にかかる電圧は、100 W 電球にかかる電圧より小さい。
- 3 両電球の明るさは同じになる。
- 4 100 W の電球に流れる電流は40 W の電球に流れる電流と異なる。
- 5 40 W の電球の消費電力は100 W の電球の消費電力より大きい。

問21 極板面積 S 、極板間距離 d の平行平板キャパシタがある。このキャパシタに電気量 Q の電荷を与えたとき、この極板間に働く引力の大きさとして正しいものを次の中から一つ選べ。ただし、極板間の誘電率を ϵ_0 とする。電界は極板間に一様に生じ、極板間の外に漏れないものとする。

1 $\frac{Q^2}{\epsilon_0 S}$

2 $\frac{Q^2}{2\epsilon_0 S}$

3 $\frac{Q^2}{2\epsilon_0 d^2}$

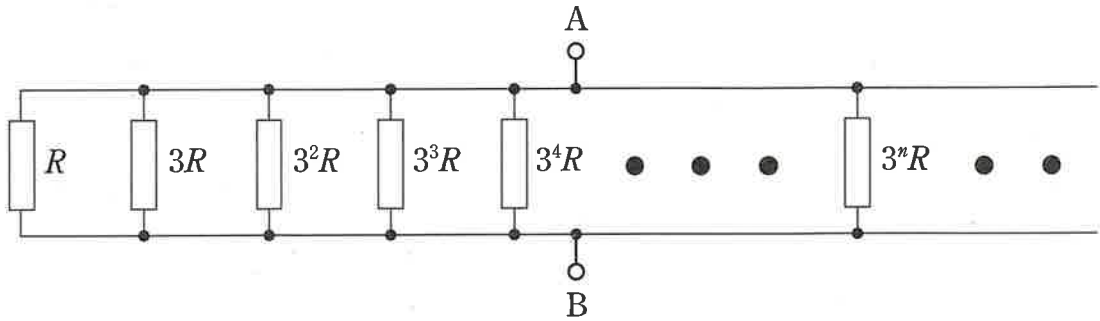
4 $\frac{Q^2}{2\epsilon_0 S d}$

5 $\frac{Q^2 d}{2\epsilon_0 S}$

問22 図のように、電気抵抗が $3^n R$ (n は 0 または自然数) の抵抗器が、 $n = 0$ から無限大まで一つずつ並列に接続されている。このとき、AB 間の抵抗の値として正しいものを下記の中から一つ選べ。ここで、必要に応じて次の公式を用いてもよい。

$0 < s < 1$ のとき、

$$\sum_{n=0}^{\infty} s^n = \frac{1}{1-s}$$



1 $\frac{1}{3}R$

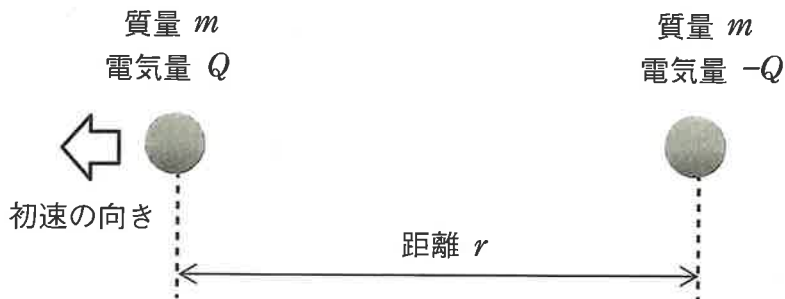
2 $\frac{1}{2}R$

3 $\frac{2}{3}R$

4 $\frac{3}{4}R$

5 $\frac{3}{2}R$

問23 図のように、質量 m 、電気量 Q および $-Q$ の二つの荷電粒子が、距離 r だけ離れた状態で静止している。電気量 Q の点電荷に初速を与え無限遠にまで引き離すとき、最低限必要な初速として正しいものを下記の中から一つ選べ。ただし、電気量が $-Q$ の点電荷は静止したままとし、空気抵抗、加速時に発生する電磁波、および万有引力の効果は無視する。図の状態で二つの点電荷が引き合う力の大きさは $k \frac{Q^2}{r^2}$ (k は比例定数) とする。



1 $Q \sqrt{\frac{k}{2mr}}$

2 $Q \sqrt{\frac{k}{mr}}$

3 $Q \sqrt{\frac{2k}{mr}}$

4 $Qr \sqrt{\frac{k}{m}}$

5 $Qr \sqrt{\frac{2k}{m}}$

問24 静止した状態の電子と陽電子が対消滅した際に発生する γ 線の波長は、真空中でおよそ何 m か。最も近いものを次の中から一つ選べ。ただし、電子の静止質量を $m_e = 9.1 \times 10^{-31}$ kg、真空中の光速を $c = 3.0 \times 10^8$ m/s、プランク定数を $h = 6.6 \times 10^{-34}$ J·s とする。

1 2.4×10^{-15} m

2 2.4×10^{-14} m

3 2.4×10^{-13} m

4 2.4×10^{-12} m

5 2.4×10^{-11} m

問25 ボーアの原子模型では、電子の軌道円周長が物質波の波長の n (整数) 倍となり定常波を形成していると考えられ、水素などの原子のエネルギーは n に対応してとびとびの値をとり、 n が大きいほど高くなる。この考え方を認めたとき、水素原子内の電子が $n = 1$ の基底状態 (一番低いエネルギー) から $n = 4$ の状態に励起された場合、観測される線スペクトルの総数として正しいものを次の中から一つ選べ。ただし、 $n = 1, 2, 3, 4$ の状態以外は考えず、これらの状態間の移動はすべて可能で、状態間のエネルギー差は全て異なるものとする。

1 3本

2 4本

3 5本

4 6本

5 7本