

令和 5 年度(前期日程)

入学者選抜学力検査問題

# 理 科

## 試験時間

1. 理学部, 医学部(医学科・保健学科検査技術科学専攻), 薬学部, 工学部は 120 分
2. 医学部(保健学科放射線技術科学専攻)は 60 分

	問 題	ページ
物理	□1 ~ □3	1 ~ 5
化学	□1 ~ □3	6 ~ 11
生物	□1 ~ □3	12 ~ 19
地学	□1 ~ □4	20 ~ 27

## 注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで, この冊子を開いてはいけません。
2. あらかじめ届け出た科目の各解答紙の 2 箇所に受験番号を必ず記入しなさい。  
なお, 解答紙には必要事項以外は記入してはいけません。
3. 解答は必ず解答紙の指定された場所に記入しなさい。
4. 試験開始後, この冊子又は解答紙に落丁・乱丁及び印刷の不鮮明な箇所があれば, 手を挙げて監督者に知らせなさい。
5. この冊子の白紙と余白部分は, 適宜下書きに使用してもかまいません。
6. 試験終了後, 解答紙は持ち帰ってはいけません。
7. 試験終了後, この冊子は持ち帰りなさい。

※この冊子の中に解答紙が挟み込んであります。





## 物 理

1 図1のように、長さ  $L$  [m] の糸の先端に質量  $M$  [kg] の物体 A がつるされて位置 a に静止している。この A に、質量  $m$  [kg] の物体 B が水平方向に速さ  $v$  [m/s] で衝突したところ、A と B が一つになって糸がたるむことなく最高点 b まで到達した。このときの糸の鉛直方向に対する角度は  $\theta$  [rad] であった ( $0 < \theta < \frac{\pi}{2}$ )。重力加速度の大きさを  $g$  [m/s<sup>2</sup>] とし、以下の問いに答えよ。ただし A, B の大きさおよび糸の質量を無視する。

(問 1) 衝突直後の A および B の速さ  $V$  [m/s] を  $M, m, v$  を用いて表せ。

(問 2) 衝突によって失われた力学的エネルギーは、衝突前の力学的エネルギーの何倍になるかを、 $M$  と  $m$  を用いて表せ。

(問 3) 衝突前の B の速さ  $v$  を、 $M, m, L, \theta, g$  を用いて表せ。

次に、図2のように、a の真上  $r$  [m] の距離の位置 c に釘を設け、上記と同様に B を衝突させた。すると一つになった A および B が、糸がたるむことなく c の真上の最高点 d に達した。

(問 4) d における A および B の速さ  $V'$  [m/s] と、このときの糸の張力の大きさ  $T$  [N] を  $M, m, v, g, r$  を用いて表せ。

(問 5) 糸がたるむことなく d に達するためには、 $r$  がある大きさ  $r_{\max}$  [m] 以下である必要がある。 $r_{\max}$  を  $M, m, v, g$  を用いて表せ。

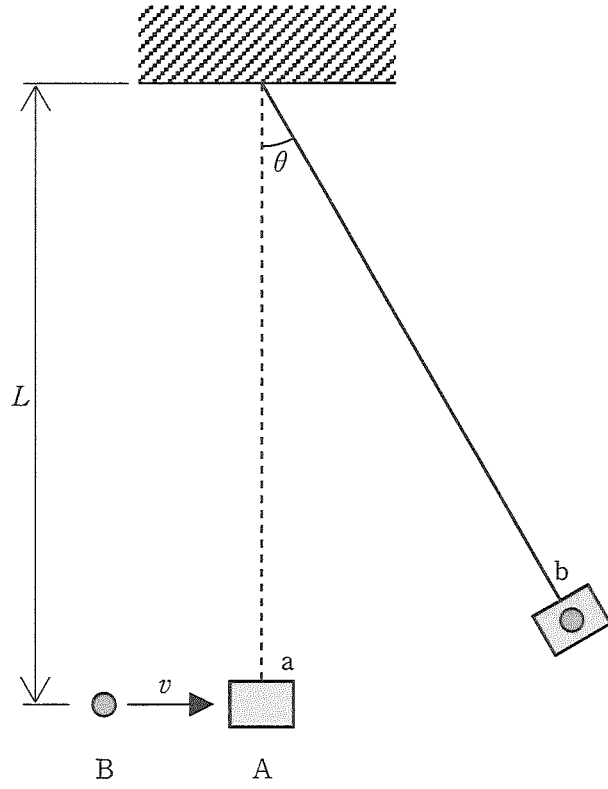


图 1

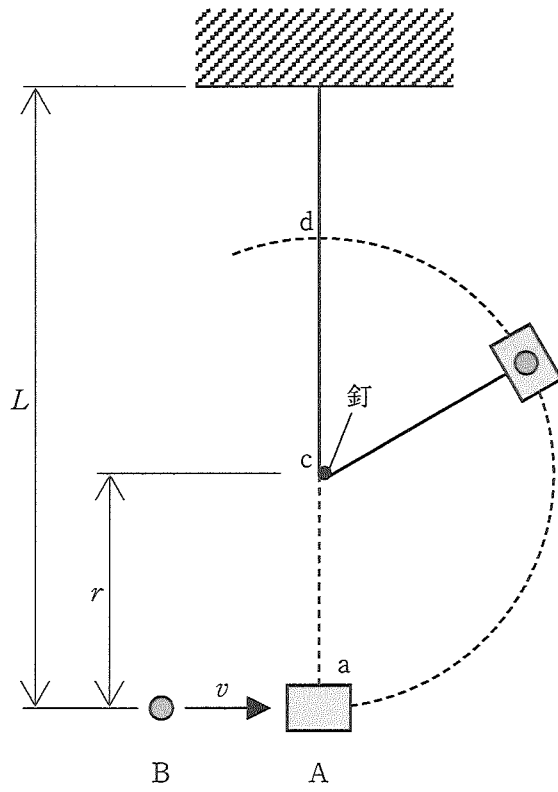


图 2

2 図のように直線導体を間隔  $L$  [m] で平行に並べたレールをつくり、水平面に対して傾斜角  $\theta$  [rad] で設置した ( $0 \leq \theta < \frac{\pi}{2}$ )。レールの上端には抵抗値  $R$  [ $\Omega$ ] の抵抗と内部抵抗が無視できる起電力  $E$  [V] の電池がつないである。一様な磁束密度  $B$  [T] の磁場を鉛直上向きにかけた状態で、図のように質量  $m$  [kg] の導体棒 PQ をレールに対して垂直に置いた。レールは十分に長く、導体棒とレールは常に垂直であり、PQ は常にレールに接しているとする。レールと導体棒との摩擦、電気抵抗、導体棒の太さは無視できるものとする。重力加速度の大きさを  $g$  [ $\text{m/s}^2$ ] とし、以下の問いに答えよ。

(問 1)  $\theta = 0$  のとき、導体棒に対してレールに沿った力  $F$  [N] を外から加えることで静止状態に保った。加えた力の大きさを、 $E, R, B, L$  を用いて表せ。

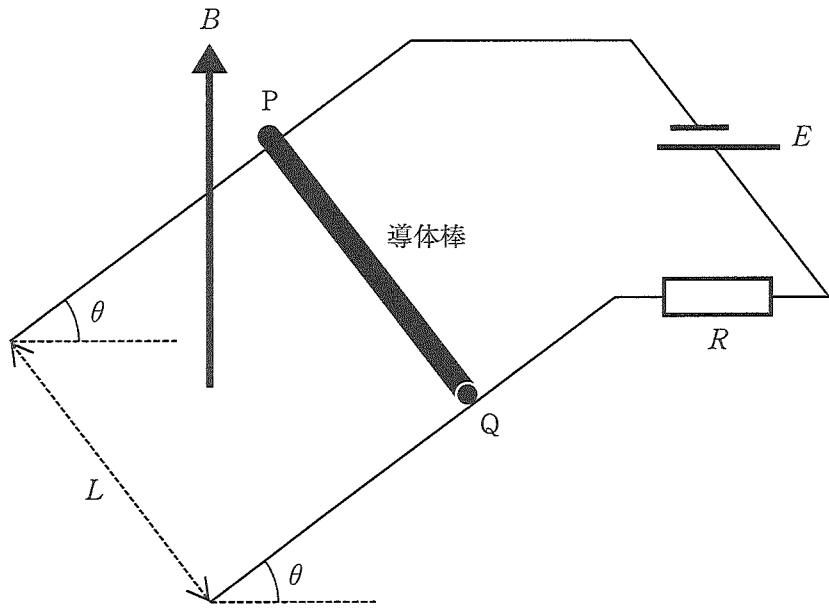
(問 2)  $\theta = \theta_1$  のとき、導体棒は外から力を加えることなく静止した。このときの起電力  $E$  を、 $R, B, L, m, g, \theta_1$  を用いて表せ。

次に、 $\theta = \theta_2 (< \theta_1)$  にしたとき、導体棒はレールに沿って上向きに運動し始めた。

(問 3) 導体棒の速さが  $v$  [m/s] となった瞬間の、導体棒に生じる誘導起電力の大きさ  $V$  [V]、および抵抗に流れる電流の大きさ  $I$  [A] を、 $E, v, R, B, L, \theta_2$  のうち必要なものを用いて表せ。

(問 4) このときの導体棒の加速度  $a$  [ $\text{m/s}^2$ ] を、 $E, v, R, B, L, m, g, \theta_2$  を用いて表せ。ただし、レールに沿って上向きを正とする。

(問 5) 時間が十分に経過した後の導体棒の速さ  $v'$  [m/s] を、 $E, R, B, L, m, g, \theta_2$  を用いて表せ。



☒

3 半減期が  $T_A$  の放射性元素 A と半減期  $T_B$  ( $T_B < T_A$ ) を持つ放射性元素 B の原子を、時刻 0 で共に  $N_0$  個準備した。このとき、以下の問いに答えよ。

(問 1) A の時刻  $t$  での個数を求めよ。

(問 2) A の個数が  $\frac{N_0}{8}$  になる時刻を求めよ。

(問 3) B の個数が A の  $\frac{1}{8}$  になる時刻  $t$  を、 $T_A$ 、 $T_B$  を用いて表せ。

遺伝情報を含む DNA がタンパク質を作り出す能力を評価するために、放射性物質を利用した測定が行われることがある。特に DNA においてはリン(原子番号 15)が重要な構成要素であるため、放射性元素である  $^{32}\text{P}$  と  $^{33}\text{P}$  を用いて測定が行われることが多い。この  $^{32}\text{P}$  と  $^{33}\text{P}$  は、それぞれ半減期 14 日と 25 日で原子核が崩壊して、それぞれ安定な硫黄(原子番号 16)  $^{32}\text{S}$  と  $^{33}\text{S}$  に変わる。時刻 0 で、 $^{32}\text{P}$  と  $^{33}\text{P}$  のどちらも 1 mol であったとし、以下の問いに答えよ。

(問 4) この崩壊の種類を答えよ。

(問 5)  $^{32}\text{P}$  の原子数が、 $^{33}\text{P}$  の原子数の  $\frac{1}{8}$  になる時間  $D$  [日] を、有理数で求めよ。

(問 6)  $D$  までに放射性崩壊によって発生した S の全質量  $m$  [g] を有効数字 2 桁で求めよ。ただし、計算過程において、 $2^{\frac{2}{11}} \approx 1.13$  を用いよ。



