

平成31年度 入学試験問題

理科問題用紙(前期)

試験時間	120分
問題用紙	物理 1～8頁
	化学 9～20頁
	生物 21～34頁

注意事項

1. 指示があるまで問題用紙は開かないこと。
2. 受験科目はあらかじめ受験票に記載された2科目とし、変更は認めない。
3. 問題用紙および解答用紙に落丁、乱丁、印刷の不鮮明な箇所があったら、手を挙げて監督者に知らせること。
4. 解答が終わっても、または試験を放棄する場合でも、試験終了までは退場できない。
5. 携帯電話等の電子機器類は電源を必ず切り、鞆の中にしまうこと。
6. 机には、受験票と筆記用具(鉛筆、シャープペンシル、消しゴム)および時計(計時機能のみ)以外は置かないこと。(耳栓、コンパス、定規等は使用できない。)
7. 問題用紙および解答用紙に受験番号と氏名を記入すること。
8. 解答はすべて解答用紙の所定の解答欄に記入すること。欄外には何も書かないこと。
9. この問題用紙の余白は自由に用いてよい。
10. 質問、トイレ、体調不良等で用件のある場合は、無言のまま手を挙げて監督者の指示に従うこと。
11. 中途退室時は、問題用紙および解答用紙を裏返しにすること。
12. 受験中不正行為があった場合は、試験の一切を無効とし、試験終了時間まで別室で待機を命じる。
13. 試験終了後、解答用紙は裏返し、問題用紙は持ち帰ること。

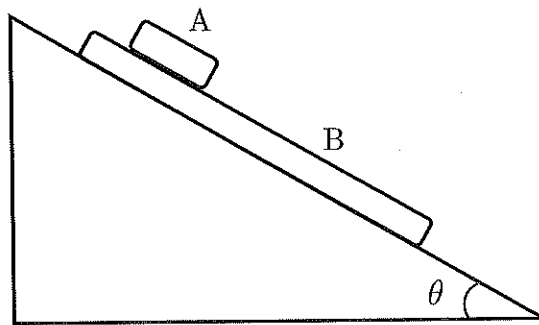
受験番号	
------	--

氏名	
----	--

物 理

[I] 図のように、角度 θ が調整できる斜面上に 2 つの直方体 A, B が置かれている。A の質量は 1.0 kg, B の質量は 2.0 kg である。また A と B の間の静止摩擦係数, 動摩擦係数はそれぞれ 0.50, 0.40 であり, B と斜面の間の静止摩擦係数, 動摩擦係数はそれぞれ 0.60, 0.50 である。以下の の中に適した答えを有効数字 2 桁で書け。ただし, 重力加速度を 9.8 m/s^2 とし, $\sqrt{2} = 1.41, \sqrt{3} = 1.73$ を使ってよい。なお, B や斜面は十分広いものとする。

角度 θ を 0 度からゆっくりと大きくしていくと, θ が小さいとき A, B は静止していたが, 角度 θ_1 になると A だけすべり始めた。このとき $\tan \theta_1 = \text{ア}$ である。 $\theta = \pi/6$ のときは A だけがすべっているが, このときの A の加速度の大きさは m/s^2 である。また, $\theta = \pi/6$ のとき, A を図の B の面に沿って左方向に初速度 10 m/s で運動させると, A は B の面に沿って m 移動して静止し, 右方向にすべる。さらに角度を大きくして, θ_2 を越えると B もすべりだした。このとき $\tan \theta_2 = \text{エ}$ である。 $\theta = \pi/4$ のとき, A も B もすべっているが, B の加速度の大きさは m/s^2 である。



図

[II] 真空中で、図のように、紙面に垂直で手前から奥側の方向の一様な磁場（磁束密度の大きさ B ）があり、この磁束密度の方向は水平方向である。磁束密度に垂直に導体の枠 ABCD を固定し、B および C の高さをゼロとする。枠 ABCD に、質量 M 、長さ L の導体棒 XY を、なめらかに動くように接触させる。回路 XBCY に起電力 V の電池を接続して電流を流し、導体棒 XY をある高さに移動させると、導体棒はその位置で静止した。

導体 AB、導体 CD の単位長さ当たりの抵抗値は k であり、BC 間の電気抵抗、および導体棒の電気抵抗はゼロとする。また、XBCY は長方形を保つものとし、導体棒 XY と枠との接触点での摩擦および電気抵抗、導体棒 XY の運動によって発生する誘導起電力は無視できるものとする。重力加速度を g として、下記の文章の に適した答えを書け。なお、 $|x|$ (x は任意の変数) が 1 より十分小さいときは、 $(1+x)^{-1} \approx 1-x$ という近似式を利用してよい。

この回路に流れている電流の大きさは ア であり、導体棒 XY が静止している高さは イ である。また、回路に毎秒発生するジュール熱は ウ である。

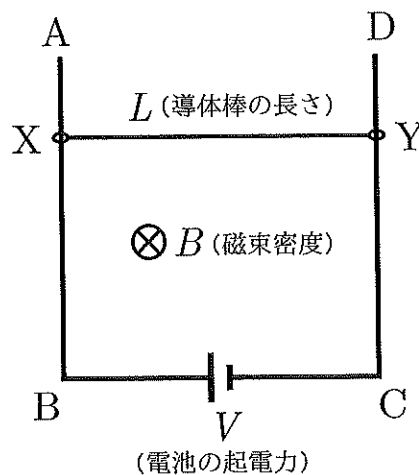
導体棒 XY を静止している位置からわずかに押し下げて、それを静かにはなすと、導体棒 XY は振動する。この振動は、静止位置からわずかな範囲の振動であるならば、単振動と考えてよい。この単振動をばねの単振動とみなすとき、ばね定数に相当する値は

$$\frac{1}{BLV} \times \text{エ} \text{ }$$

である。また、この振動の周期は

$$\frac{2\pi}{g} \times \text{オ} \text{ }$$

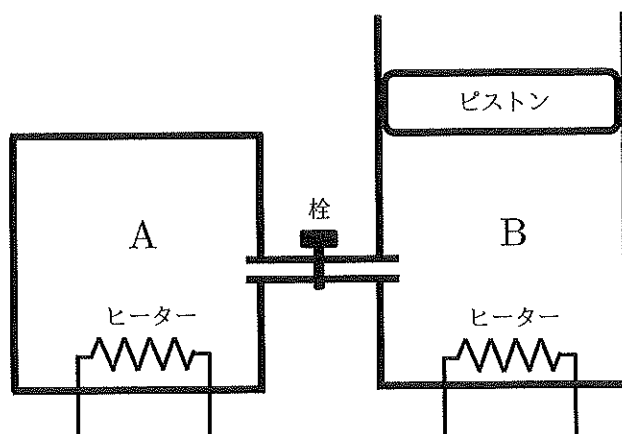
である。



図

[III] 図のように2つの断熱性の容器 A, B が栓のついた細管で連結されており、大気中に置かれている。最初、栓は閉じた状態で A, B にそれぞれ1モルの単原子分子からなる理想気体が封入されており、圧力、体積、温度は A, B ともに P_0, V_0, T_0 である。 P_0 は大気圧と等しい。A の体積は常に V_0 だが、B の体積はなめらかに動く軽いピストンによって可変である。またピストンを介した熱のやりとりもないものとする。下記の(1)~(3)の文章の に適した答えを、分母と分子がともに整数の約分した分数で書け。ただし、気体定数は R とする。

- (1) 栓を閉じた状態でヒーターから A の気体に熱量 $Q = RT_0$ を与えた。このときの気体 A の圧力は P_0 の 倍となる。
- (2) 次に、栓を閉じた状態で、ヒーターから B の気体に同じ熱量 $Q = RT_0$ を与えた。このとき気体 B の温度は T_0 の 倍となり、体積は V_0 の 倍となる。
- (3) 最後に、栓を開いて気体 A と B を混合させる。平衡に達した後の気体の温度は T_0 の 倍であり、容器 B の体積は V_0 の 倍である。



図

[IV] 下記の(1)および(2)の文章の に適した答えを書け。ただし、光の速さを $3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$ 、電気素量を $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ とする。なお、数値はすべて有効数字 2 桁で、例えば 1.2×10^3 のような形式で答えよ。

(1) 波長 $5.0 \times 10^{-7} \text{ m}$ の光の振動数は Hz である。

(2) プランク定数を実験で求めるために、図 1 のような回路を用い、光電管の陰極に様々な振動数の光を当てながら、陰極に対する陽極の電位 V [V] を変化させる実験を行った。まず、ある振動数の光を光電管の陰極に当て、 V を 0 から下げていき、光電流が 0 となったときの V の値を読み取る。次に、別の振動数の光を光電管の陰極に当て、同様に光電流が 0 となったときの V の値を読み取る。この実験を様々な振動数の光で繰り返した結果、図 2 のような結果が得られた。図 2 の横軸は光電管の陰極に当てた光の振動数を示し、縦軸はその振動数の光を用いた実験で光電流が 0 となったときの V の値の絶対値を表している。

このグラフの結果を利用して考えると、振動数 $7.0 \times 10^{14} \text{ Hz}$ の光を光電管に当てたとき、光電管の陰極から飛び出す光電子の運動エネルギーの最大値は J である。また、この実験から導き出されるプランク定数の値は J·s であり、陰極の金属の仕事関数の値は J である。

この実験装置では、陰極に対する陽極の電位 V [V] が 0 のとき、光電管に当てる光の強度をどんなに大きくしても、その光の振動数が Hz 以下の場合には光電流が発生しない。

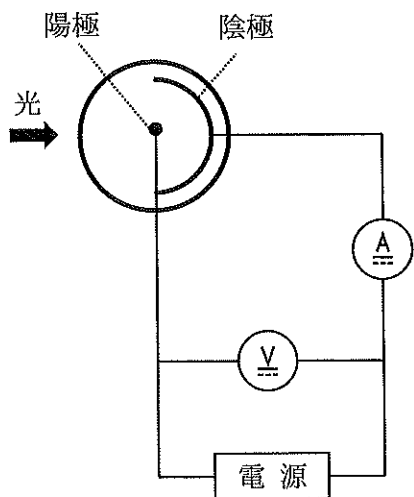


図 1

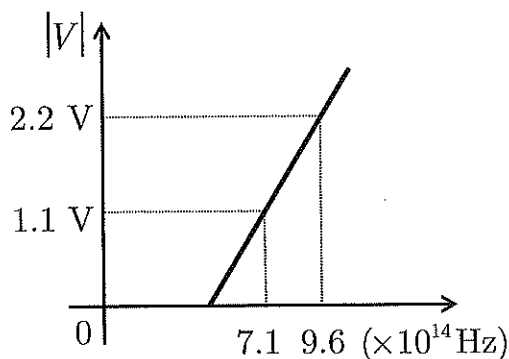


図 2

