

# 令和4年度 入学試験問題

## 理科（前期）

試験時間	120分
問題冊子	物理 1～6頁
	化学 7～16頁
	生物 17～30頁

### 注意事項

1. 指示があるまで問題冊子は開かないこと。
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. 問題冊子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. スマートフォン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. 机上には、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. 問題冊子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. この問題冊子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、問題冊子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、問題冊子は持ち帰ること。

受験番号	
------	--

氏名	
----	--



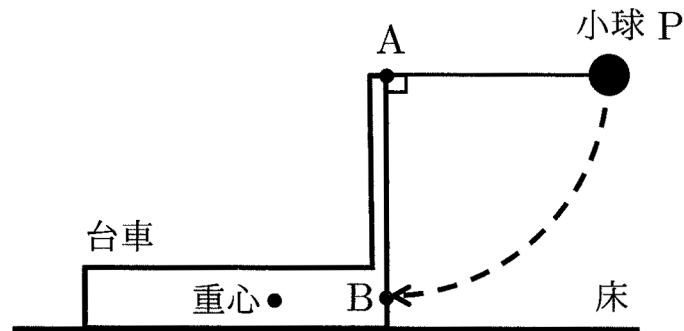


# 物 理

[ I ] 図のように、水平な床の上に質量 5.00 kg の台車が置かれている。その台車の壁の頂点 A に、質量の無視できる糸の一端を固定し、他端に質量 3.00 kg の小球 P を取り付ける。小球 P の大きさは非常に小さく、頂点 A から小球 P までの長さを 2.50 m とする。はじめ、台車も P も静止しており、糸はたるまない状態で図のように水平になっている。この状態から、P を静かにはなしたときの運動について、下記の文章の  に適した答えを書け。ただし、重力加速度の大きさを  $9.80 \text{ m/s}^2$ 、P と壁とのはねかえり係数を 0.800 とする。運動はすべて図の紙面内で行われるものとし、台車の回転は考えない。3 桁目を四捨五入して有効数字 2 桁で答えよ。なお、必要があれば、 $\sqrt{2} = 1.41$ 、 $\sqrt{3} = 1.73$ 、 $\sqrt{5} = 2.24$  を利用せよ。

はじめに、台車が床に固定されている場合を考える。図の状態から P を静かにはなすと、P は円軌道を描いて、点 B で壁と垂直に衝突した。壁と衝突する直前の P の速さは  m/s であり、糸の張力の大きさは  N である。また、この衝突において、P が壁から受ける力積の大きさは   $\text{kg} \cdot \text{m/s}$  である。

次に、台車と床の間に摩擦がない場合を考える。図の状態から P を静かにはなすと、P は円軌道を描いて、点 B で壁と垂直に衝突した。壁と衝突する直前の P の速さは  m/s であり、衝突した瞬間に台車の重心は図の状態から  m の距離だけ移動している。1 回目の衝突後に P が上昇したときの高さの最大値は、点 B から測って  m である。その後、P は壁と衝突をした後はねかえって上昇する運動を繰り返し、しばらくすると点 B に静止した。P が点 B で静止したとき、図の状態から台車の重心が移動した距離は  m である。



図



[II] 図1の左側はダイオードの模式図、右側はその電流電圧特性である。図2は、そのダイオードと電気抵抗  $R$  の抵抗器、電気容量  $C$  のコンデンサー、起電力  $E$  の電池とスイッチを用いて作られる回路である。以下の  に適した答えを書け。ただし、 ア  には適当な元素名、 イ  には適当な語句を書け。また、 オ  と  キ  では  $r$  と  $R$  を直接使わずに、比  $\alpha = r/R$  のみを用いること。

ダイオードは  $n$  型、 $p$  型という2種類の半導体を接合させて作られるものであり、 $n$  型はシリコンにヒ素などを注入し、 $p$  型はシリコンに  ア  などを注入して作られる。図1の右側にあるように、ダイオードにかかる電圧  $V_D$  が  $v$  以下ではダイオードに流れる電流  $I_D$  は0であるが、それ以上では電流が流れる。これを  イ  作用と呼ぶ。ここでは理想化された状況を考え、 $V_D > v$  のときに、 $\Delta I_D / \Delta V_D = 1/r$  となる電流電圧特性をもつものとする。

はじめに図2の回路において、スイッチを閉じて十分に時間が経った後のことを考える。 $E \leq v$  のときは、コンデンサーに蓄えられる電荷量は  ウ 、蓄えられるエネルギーは  エ  となる。また  $E > v$  のときは、ダイオードにかかる電圧は  オ  となる。その際に、ダイオードで消費される電力を  $r$  の関数と考えると、ダイオードで消費される電力の最大値は  $v$  が0となる極限で  カ  になる。

次に  $E > v$  の場合において、コンデンサーに蓄えられるエネルギーについて考える。スイッチを入れて十分時間が経った後のエネルギーを  $U_1$ 、その後スイッチを切って十分時間が経った後のエネルギーを  $U_2$  とする。 $|U_1 - U_2|$  を  $v$  の関数として考えるとき、その最大値は  エ  の  キ  倍になる。

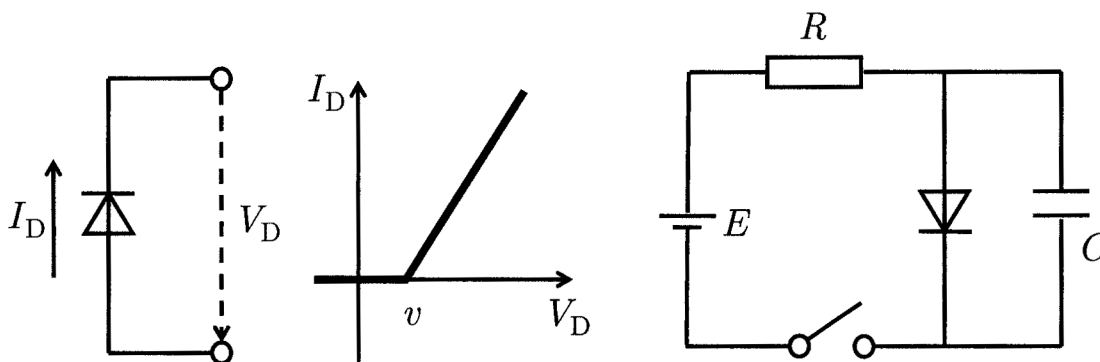


図1

図2



[III] 下の(1)~(3)の文章の  に適した答えを書け。ただし、 では不等号を、、、、および  では3桁目を四捨五入して有効数字2桁で答えよ。なお、必要があれば、 $\sqrt{2} = 1.41$ 、 $\sqrt{3} = 1.73$ 、 $\sqrt{5} = 2.24$  を利用せよ。

(1) 絶対屈折率  $N$  の透明な媒質中の光速は、真空中の光速の  倍である。

(2) 絶対屈折率がそれぞれ  $N_1$  および  $N_2$  の透明な媒質1及び媒質2が、図1のように平面で接している。媒質1側から媒質2へ光が入射するとき、その光の一部は境界面で反射し、残りの光は屈折して媒質2へ進む。 $N_1$  と  $N_2$  の間に  $N_1$    $N_2$  の関係があると、屈折角は入射角より大きくなる。いま、臨界角が  $60^\circ$  であれば、 $N_1$  は  $N_2$  の  倍である。

(3) 図2のように、絶対屈折率  $n_1$  の透明な媒質1の上下を絶対屈折率  $n_2$  の透明な媒質2ではさむ。端面Aの右側、端面Bの左側は真空である。端面AおよびB、媒質1、2の境界面、ならびに紙面は互いに垂直である。このとき、紙面に平行な入射光線が端面Aから入射角  $\theta$  で媒質1の中に入るものとする。媒質1に入った光が、境界面で全反射され、媒質2には進まず媒質1の中だけを通って端面Bから真空中に出るための条件は、 $n_1$  と  $n_2$  を用いて  $\sin \theta < \text{$  と書ける。ただし、端面AからBまでの長さは媒質1の厚さに比べて十分に長く、光が上下の境界面にあたらないで端面Bに到達する場合は考えないことにする。

以下では  $n_1 = 1.50$  である場合を考える。このとき、任意の入射角の光が媒質1の中だけを通って端面Bに到達するためには、 $n_2 < \text{$  を満たす必要がある。また、光が入射角  $\theta = 30^\circ$  で端面Aから媒質1に入る場合、媒質1の中だけを通って端面Bに達するのに要する時間は、端面AからBまでの間の最短距離を真空中の光が直進するのに要する時間の  倍である。

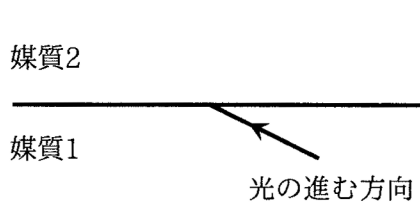


図1

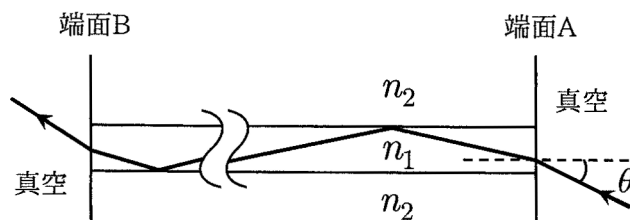


図2



