

理科問題紙

平成 24 年 2 月 25 日

自 13:50

至 15:50

答案作成上の注意

1. 理科の問題紙は 1 から 21 までの 21 ページである。
2. 解答用紙は、生物 ⑦，⑧，化学 ⑨，⑩，物理 ⑪，⑫，⑬ の 7 枚である。
3. 生物，化学，物理のうち 2 科目を選択しなければならない。
4. 解答はすべて解答用紙の指定された箇所に書かなければならない。
5. 試験開始後 30 分以内に選択する科目を決定しなければならない。
6. 問題紙と草案紙は持ち帰ること。

補 足 説 明 用 紙 ()

受験者に対して、補足説明文を受理後、直ちに「問題の補足説明がありますので、黒板を見て確認してください。なお、見えにくい場合は、手をあげてください。」と口頭で伝えた上、下枠の内容を大きく黒板に書いてください。

「黒板の字が見えない。」等の申し出があった場合は、その受験者にこの用紙を見せてください。

物 理

□ 問 4

記号の \leq は \leq と同じ意味です。

物 理

1 斜めに投げ上げたボールを、斜面を下る自動車に乗った人が受け取る運動を考える。簡単のため、 xy 平面上の2つの質点の運動に置き換えて考察する。

図1のように、鉛直上向きを y 軸正の向きとする座標がある。原点 O から2個の質点 A 、 B を時刻零に出発させる。質点 A は水平方向より 45° 上向きに初速度の大きさ v で斜方投射され、鉛直下向きに重力を受けて運動する。質点 B は初速度の大きさ零とする。質点 B には外から力を加え続け、水平方向より角度 θ 下向きに加速度の大きさ a で等加速度直線運動を続けるようにする。その後、質点 A 、 B は時刻 T に衝突した(同じ位置になった)とする。重力加速度の大きさを g とし、空気抵抗は無視できるほど小さいとする。

このとき次の各問に答えなさい。数値解の場合、有効数字は2桁とし、必要に応じて適切な物理単位を付しなさい。また、必要ならば $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ としなさい。

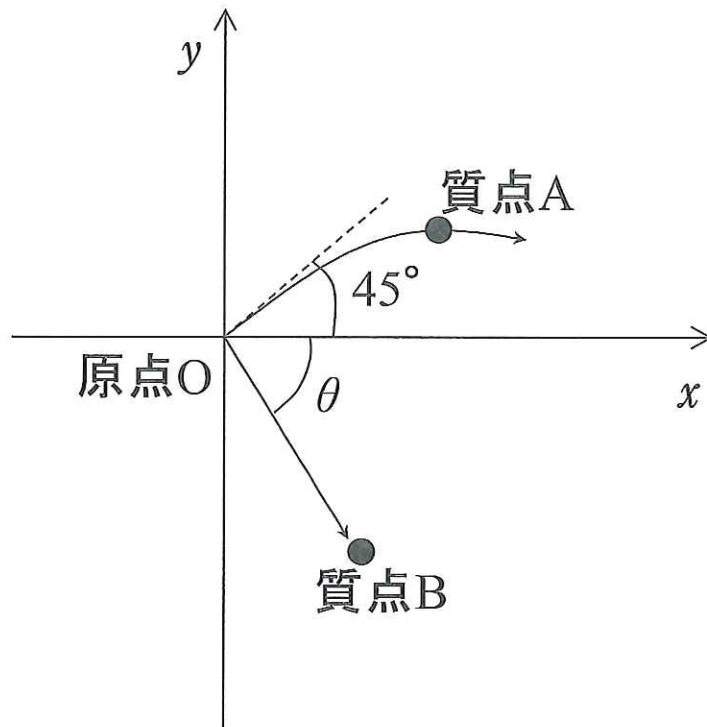


図1 運動を始める2個の質点

問 1 斜方投射された質点 A の位置が再び $y = 0$ となる時刻 t を文字式で表しなさい。

問 2 問 1 の時刻 t における質点 A の x 座標を文字式で表しなさい。

問 3 時刻 T における質点 B の座標 (x_T, y_T) を文字式で表しなさい。

問 4 θ の範囲を, $0^\circ \leq \theta < 90^\circ$ とする。質点 B の加速度の大きさ a を最小にする θ と, a の最小値を数値で答えなさい。

2

図2のように導体でできた平行なレールに質量 m の導体棒がある。レールの上端には抵抗値 $R (R > 0)$ の抵抗が接続されている。図2のようにレールの間隔は L 、レールと水平面との傾きは $\theta (0^\circ < \theta < 90^\circ)$ で、図3のようにレールに垂直な磁束密度の大きさ B の磁界中に設置されている。導体棒はレールから離れず水平を保ったまま下向きに運動し、導体棒の長さ方向には運動しない。

レールは充分長いので導体棒は永続的に運動できることとし、レールの下端は解放されていて電気的な接続はないものとする。また、設置された抵抗以外の電気抵抗、導体棒の運動による摩擦、空気抵抗、および電流が生じることによる磁場は無視できるものとする。

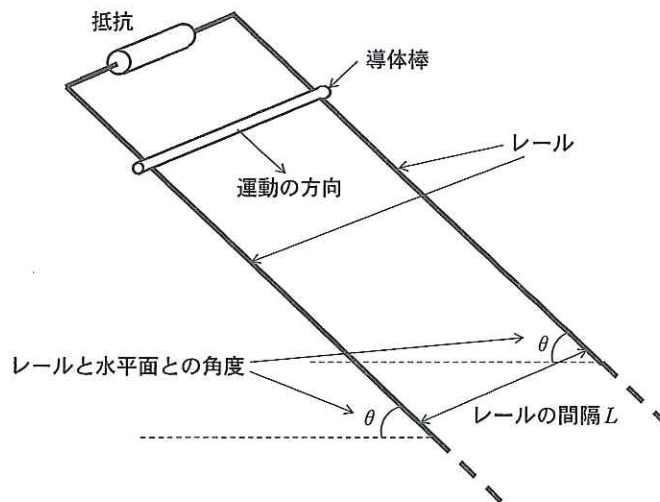


図2 平行なレールと導体棒と抵抗の配置

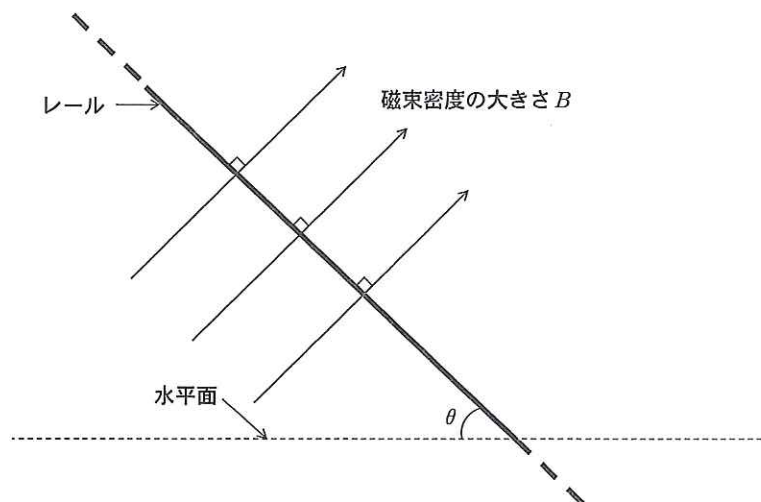


図3 レールの側面図

平行なレールの面と磁束密度の方向は垂直である。

問 1 導体棒の速度の大きさを v とする時、この抵抗に流れる電流の大きさを求めよ。

問 2 問 1 の時、レール、抵抗および導体棒に流れる電流を矢印で示せ。

充分時間が経過し導体棒が一定の速度で運動している。このとき以下の問いに答えよ。重力は鉛直下方向に働き、重力加速度の大きさを g とする。

問 3 この時、導体棒の速度の大きさを求めよ。

問 4 この時の抵抗で消費される電力を求めよ。

問 5 導体棒が一定の速度で運動し始めてから、抵抗で消費されるエネルギーが E になるまでに導体棒が落下する高さ h を求めよ。

3 下記の文章を読んで、かっこ内に、適切な言葉や数値をいれなさい。なお、(5), (7), (8)は有効数字2桁で答えなさい。

元素はおよそ110種類あり、その実体は原子である。原子は、正の電荷を有する核と、その周囲を廻る負の電荷を有する(1)からなる。核は正の電荷を有する陽子と電荷のない中性子からなる。元素の化学的な性質は核内の陽子の個数で決定し、この陽子数のことを、(2)という。また同じ元素でありながら、核内の(3)の数の異なるものは、化学的性質が似通っているが、物理的性質は大きく異なる。

核内の陽子数と中性子数の合計の数のことを質量数という。通常、元素名に質量数を付けて核の種類を表現する。例えば、酸素15、ヨウ素131、ストロンチウム90、セシウム134、セシウム137である。ここで酸素15の核内の中性子は(4)個である。

核の種類では、現在までにおよそ3000種類が発見されている。それらの核の種類のおよそ90%は放射線を出して崩壊し、他の種類の核になる。核が出す放射線には、光子、電子、ヘリウム4の核などがある。核からの放射線とは、これら放出される粒子のエネルギーである。個々の放射線のエネルギーは、数10キロエレクトロンボルト(keV)から最大数メガエレクトロンボルト(MeV)の範囲にある。ここで1.0 MeVのエネルギーをジュール(J)単位に換算すると(5)Jとなる。

核が自然に放射線を出す性質を放射能という。放射能の大きさは、単位時間に崩壊する核の個数で表す。1秒間に1個の核が崩壊する放射能の強さが1ベクレルである。ある種類の核が多数あった場合、その放射能は時間とともに指数関数的に減衰する。ここで放射能は、その時の核の個数に比例する。放射能の値が $\frac{1}{2}$ になるまでの時間を半減期という。例えば、ある種類の核の放射能の大きさは、10倍の半減期後に、(6)分の1に減衰する。

今、一回の崩壊で、1.0 MeVの光子をひとつ放射する、半減期が2.0時間の放射性物質が10ギガベクレルあるとする。すなわち、この放射性物質は、仕事率(7)ワットで光子を放射している。この放射性物質が、20時間後に放射する光子の仕事率は(8)ワットに減衰すると予測される。

物 理
解 答 用 紙

受 験 番 号	
理科で物理のほか に選択した科目	

1

問 1

解 法

答

問 2

解 法

答

問 3

解法および答

問 4

解 法

答

a の最小値：

a を最小にする θ ：

(注) 解答を導くための途中経過があれば、解法欄に記入しなさい。

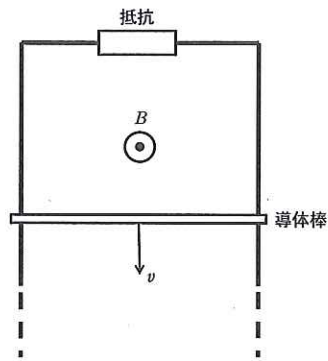
受 験 番 号	
理科で物理のほか に選択した科目	

2

問 1 解 法

答

問 2



問 3

解 法

答

問 4

解 法

答

問 5

解 法

答

(注) 解答を導くための途中経過があれば、解法欄に記入しなさい。

13

物 理

解 答 用 紙

受 験 番 号	
理科で物理のほか に選択した科目	

3

1	2	3	4
5 解 法			
			答
6 解 法			
			答
7 解 法			
			答
8 解 法			
			答

(注) 解答を導くための途中経過があれば、解法欄に記入しなさい。