

令和6年度 物理基礎 (50分)

注 意 事 項

- 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけない。
- この問題冊子は15ページである。
試験中に問題冊子の印刷不鮮明、ページの落丁・乱丁及び汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせること。
- 試験開始の合図前に、監督者の指示に従って、解答用紙の該当欄に以下の内容をそれぞれ正しく記入し、マークすること。
 - ・①氏名欄
氏名を記入すること。
 - ・②受験番号、③生年月日、④受験地欄
受験番号、生年月日を記入し、さらにマーク欄に受験番号(数字)、生年月日(年号・数字)、受験地をマークすること。
- 受験番号、生年月日、受験地が正しくマークされていない場合は、採点できないことがある。
- 解答は、解答用紙の解答欄にマークすること。例えば、

10

と表示のある解答番号に対して②と解答する場合は、次の(例)のように解答番号10の解答欄の②にマークすること。

(例)

解答 番号	解 答 欄				
10	①	②	③	④	⑤

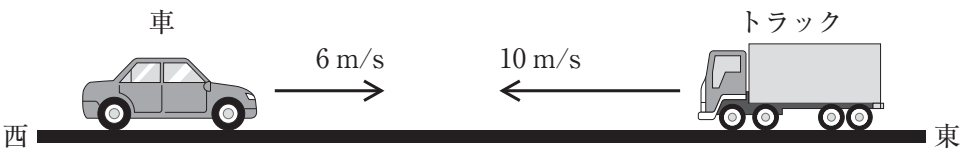
- 問題冊子の余白等は適宜利用してよいが、どのページも切り離してはいけない。
- 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってよい。

物 理 基 礎

(解答番号 1 ~ 20)

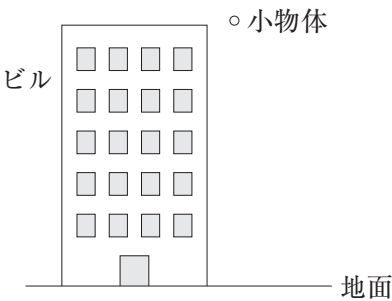
1 問 1～問 6 に答えよ。

問 1 図のように、車が東向きに 6 m/s で、トラックが西向きに 10 m/s で、それぞれ一定の速さで走っている。車からトラックを見たときの運動について説明している文として正しいものはどれか。下の①～④のうちから一つ選べ。解答番号は 1 。



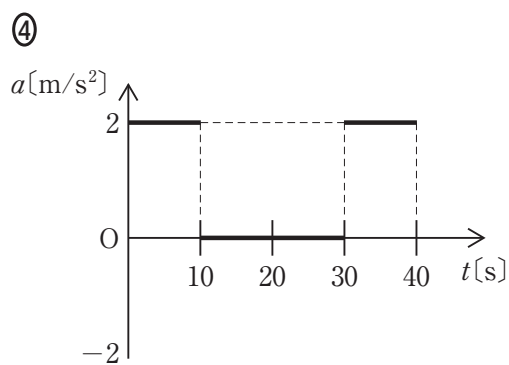
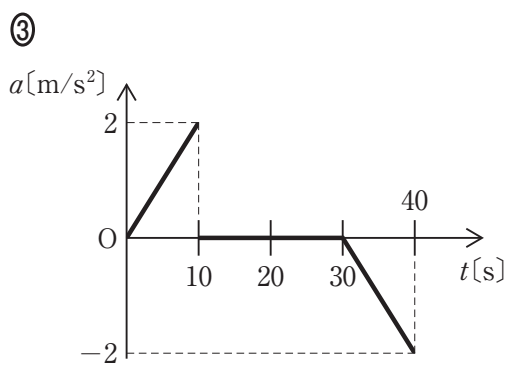
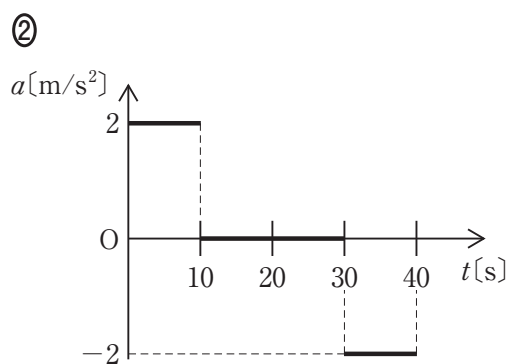
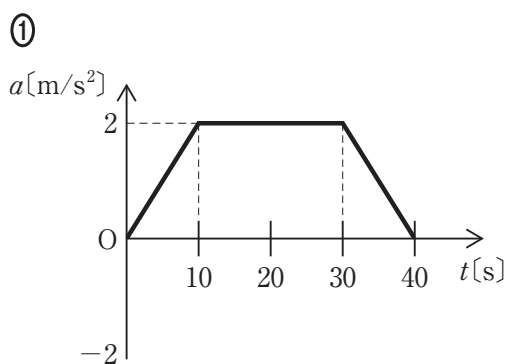
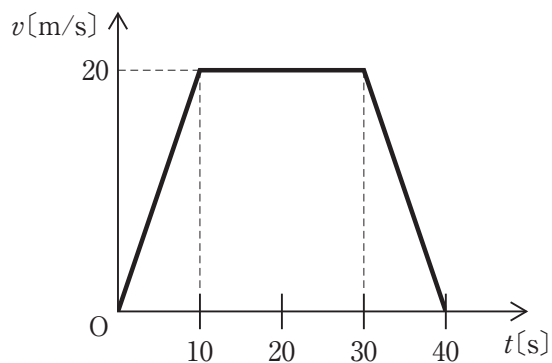
- ① 4 m/s で近づいているように見える。
- ② 4 m/s で遠ざかっているように見える。
- ③ 16 m/s で近づいているように見える。
- ④ 16 m/s で遠ざかっているように見える。

問 2 図のように、時刻 $t = 0\text{ s}$ にビルの屋上から小物体を初速度 0 で落下させたところ、 $t = 3\text{ s}$ に地面に衝突した。地面からビルの屋上までの高さは何 m か。下の①～④のうちから一つ選べ。ただし、重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とし、空気抵抗は無視できるものとする。解答番号は 2 。

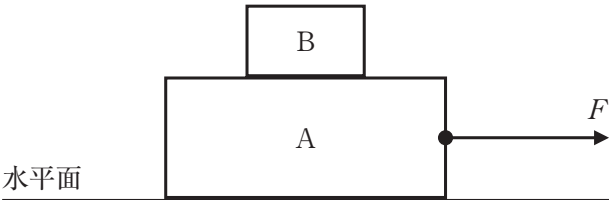


- ① 14.7
- ② 29.4
- ③ 44.1
- ④ 88.2

問 3 一直線上を運動する物体がある。図は、物体の速度 v を縦軸に、時刻 t を横軸にとったグラフである。この運動の加速度 a を縦軸に、時刻 t を横軸にとったグラフとして最も適切なものはどれか。下の①～④のうちから一つ選べ。解答番号は 3。

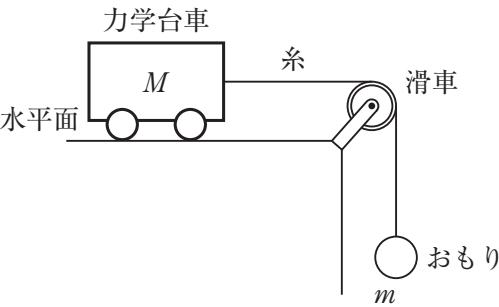


問 4 図のように、なめらかな水平面上の物体 A の上に物体 B を重ねて置いた。物体 A に右向きに力 F を加えたところ、物体 A と物体 B は一体となって運動を始めた。物体 A と物体 B にはたらく摩擦力の向きの組合せとして正しいものはどれか。下の①～④のうちから一つ選べ。解答番号は 4。



	物体 A にはたらく摩擦力の向き	物体 B にはたらく摩擦力の向き
①	左向き	左向き
②	左向き	右向き
③	右向き	左向き
④	右向き	右向き

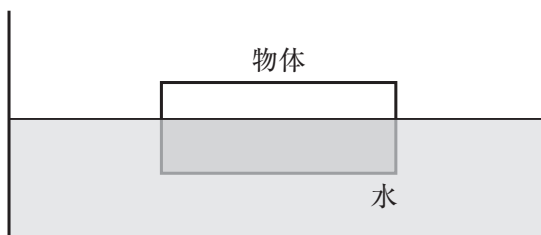
問 5 図のように、なめらかな水平面上に質量 M の力学台車を置き、なめらかに回る軽い滑車に質量の無視できる糸をかけ、力学台車と質量 m のおもりをつないだ。その後、初速度 0 で両物体から手をはなした。おもりの加速度の大きさを a 、糸の張力の大きさを T とすると、おもりの運動方程式は、 $ma = mg - T$ となる。このとき、力学台車の水平方向の運動方程式として正しいものはどれか。下の①～④のうちから一つ選べ。ただし、重力加速度の大きさを g とする。解答番号は 5。



- ① $Ma = T$
- ② $Ma = T - Mg$
- ③ $Ma = T + Mg$
- ④ $Ma = T - mg$

問 6 次の文中の ア , イ に入る語句の組合せとして正しいものはどれか。下の①～④のうちから一つ選べ。解答番号は 6 。

図のように、水に浮かんでいる物体がある。この物体にはたらく浮力の大きさは、ア に等しい。このような現象は、紀元前3世紀に浮力に関する法則を発見した人の名前をとって、イ の原理と呼ばれている。



	ア	イ
①	水中にある部分の物体の重さ	アルキメデス
②	水中にある部分の物体の重さ	ニュートン
③	物体が排除した水の重さ	アルキメデス
④	物体が排除した水の重さ	ニュートン

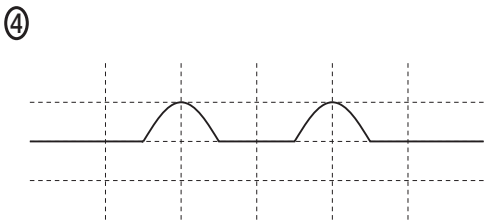
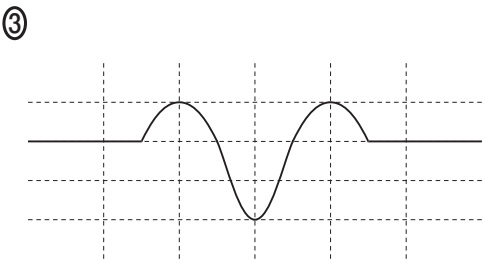
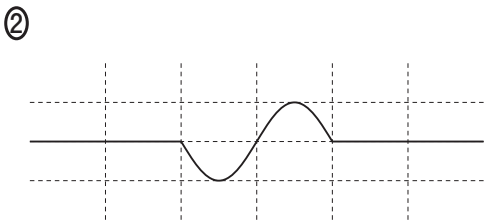
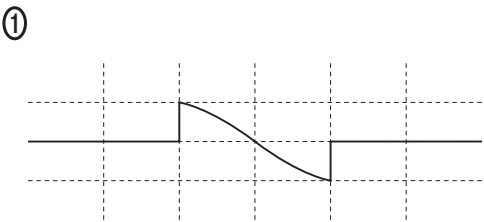
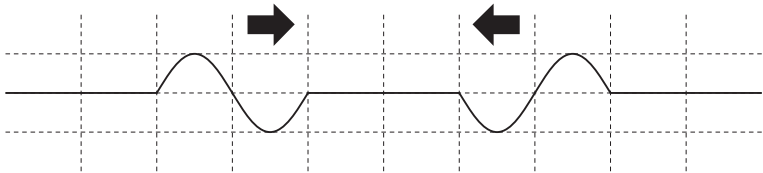
2 問 1 ～ 問 3 に答えよ。

問 1 次の文は、波を説明したものである。文中の **ア** ， **イ** に入る語の組合せとして正しいものはどれか。下の①～④のうちから一つ選べ。解答番号は **7** 。

波とは、ある点で生じた振動が周囲に伝わる現象のことをいう。はじめに振動が生じた点を **ア** ， その振動を周囲に伝える物質を **イ** という。

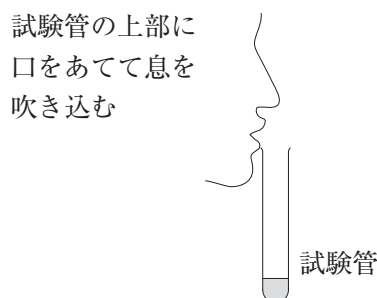
	ア	イ
①	波源	波面
②	波源	媒質
③	振幅	波面
④	振幅	媒質

問 2 図のように、山が1つ、谷が1つからなる2つのパルス波が、互いに逆向きに等しい速さで進んでいる。これらの2つの波が出会ってから、互いに通り過ぎるまでの途中にできる合成波の波形として正しいものはどれか。下の①～④のうちから一つ選べ。解答番号は **8** 。



問 3 試験管に入れる水の量を変えて、試験管の上部に口をあてて息を吹き込んだり、試験管をたたいたりして、試験管から出る音の高さを比べた。(1), (2) に答えよ。

- (1) 図のように、試験管の上部に口をあてて息を吹き込むと、ポーっという音がした。水の量を変えてこの音を比べたところ、水が少ないときの方が低い音だった。その理由の説明として、正しいものはどれか。下の①～④のうちから一つ選べ。解答番号は 9。



- ① 水が少ないと上部の気柱が長いので、気柱が共鳴する音の振動数が小さいから。
 ② 水が少ないと上部の気柱が長いので、気柱が共鳴する音の振動数が大きいから。
 ③ 水が少ないと水の高さが短いので、水が共鳴する音の振動数が小さいから。
 ④ 水が少ないと水の高さが短いので、水が共鳴する音の振動数が大きいから。
- (2) 試験管に入れる水の量を変えて、試験管をスプーンでたたいたときの音の高さの説明として正しいものはどれか。下の①～⑤のうちから一つ選べ。ただし、試験管をたたいたときに音が出るのは、試験管と水が振動するからである。一方、物体の質量が大きいほど慣性が高いので振動しにくく、物体の質量が小さいほど慣性が小さいので振動しやすくなることが知られている。解答番号は 10。



- ① 水が少ない方が、試験管と水が振動しやすくなり振動数が大きくなるので、高い音が出る。
 ② 水が少ない方が、試験管と水が振動しやすくなり振動数が小さくなるので、低い音が出る。
 ③ 水が少ない方が、試験管と水が振動しにくくなり振動数が大きくなるので、高い音が出る。
 ④ 水が少ない方が、試験管と水が振動しにくくなり振動数が小さくなるので、低い音が出る。
 ⑤ 水が少なくても多くても、試験管をたたいたときの音の高さは変わらない。

3 問 1 ～ 問 4 に答えよ。

問 1 材質のわからない物体を使い、実験から比熱容量(比熱)を求めることで材質を推定したい。
図のように、いま、温度 83°C 、質量 10 g の物体を 10°C の水 50 g の中に入れると、全体の温度が 13°C になった。この物体の材質として正しいものはどれか。下の①～④のうちから一つ選べ。ただし、水の比熱容量を $4.2\text{ J}/(\text{g}\cdot\text{K})$ とし、物体と水の間だけで熱の移動が起こるものとする。また、材質と比熱容量の関係は表のようにになっている。解答番号は 11。



表

材質	銀	銅	鉄	アルミニウム
比熱容量 $[\text{J}/(\text{g}\cdot\text{K})]$	0.24	0.39	0.45	0.90

- ① 銀 ② 銅 ③ 鉄 ④ アルミニウム

問 2 異なる種類の物体をこすり合わせると、電子が移動し帯電する。電子の移動はこすり合わせた物質の組合せで決まることが知られている。ガラス、絹、塩化ビニルの 3 つの素材を用いて実験 1 と実験 2 を行った。

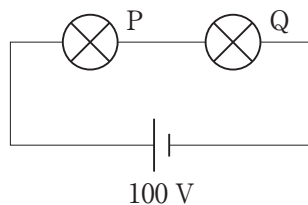
実験 1：ガラスと絹をこすり合わせるとガラスが正に、絹が負に帯電した。
実験 2：絹と塩化ビニルをこすり合わせると絹が正に、塩化ビニルが負に帯電した。

実験 1、実験 2 の結果からわかることをまとめた次の文中の ア、イ に入る語の組合せとして正しいものはどれか。下の①～④のうちから一つ選べ。解答番号は 12。

ガラスと塩化ビニルをこすり合わせるとガラスが ア に、塩化ビニルが イ に帯電する。

	ア	イ
①	正	正
②	正	負
③	負	正
④	負	負

- 問 3 電圧が 100 V のときに消費される電力が 200 W の電球 P と、 50 W の電球 Q がある。下の会話文の ア , イ に入る数値の組合せとして正しいものはどれか。下の①～④のうちから一つ選べ。ただし、電球の抵抗は温度によって変化しないものとする。
- 解答番号は 13 。



先生：図のように回路を組むと、P と Q のどちらが明るく光ると思いますか。

生徒：私は P だと思います。100 V での消費電力が大きい方が明るいと思います。

先生：電球の明るさは電力に関係しているので、計算してみましょう。まず、P の抵抗は電力との関係から $50\ \Omega$ になり、Q の抵抗は ア Ω となりますね。P と Q の合成抵抗を考えると、電流の大きさは 0.4 A になりますね。これから P と Q それぞれの消費電力も計算できますね。

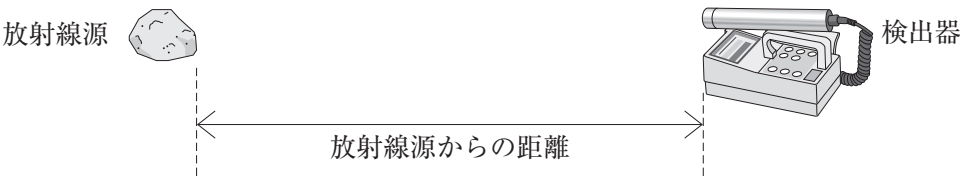
生徒：今回の回路では P の消費電力が 8 W で、Q の消費電力が イ W となり、Q の方が大きいから明るいはずですね。

先生：実験して確かめてみましょう。

生徒：実験の結果、Q の方が明るく見えました。

	ア	イ
①	100	16
②	100	32
③	200	16
④	200	32

問 4 図のように、放射線源(放射線を放出する物質)の放射線量を放射線源からの距離を変えて検出器で測定し、その結果を表に示す。この表から考えられることとして正しいものはどれか。下の①～④のうちから一つ選べ。解答番号は 14。



表

距離[cm]	1	2	3	4	5	10	15	20
検出器で測定した放射線量[$\mu\text{Sv/h}$]	1.4	0.74	0.52	0.40	0.31	0.17	0.13	0.10

- ① 放射線源からの距離に関係なく、検出器で測定した放射線量は一定で変化しない。
- ② 放射線源からの距離を離していくと、検出器で測定した放射線量は減少している。
- ③ 放射線源からの距離を離していくと、検出器で測定した放射線量は増加している。
- ④ 放射線源からの距離を近づけていくと、検出器で測定した放射線量は減少している。

— 計算用余白ページ —

4 問1～問6に答えよ。

図1、図2のように、水平面からの高さが h となる斜面上の点A、点Cから、質量 m の物体を初速度0で滑らせた。物体が水平面上の点B、点Dを通過するときの運動について、会話1のように生徒と先生が話をしている。

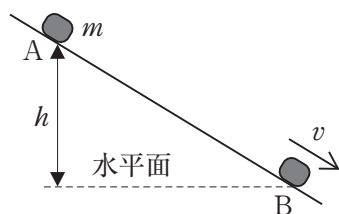


図1

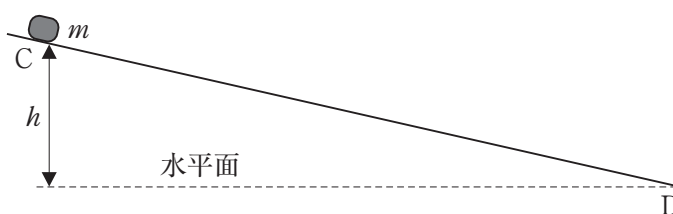


図2

会話1

先生：まず、図1について、点Aと点Bでの物体の力学的エネルギーを考えてみましょう。重力による位置エネルギーの基準面を水平面とし、重力加速度の大きさを g としましょう。

生徒：点Aでの物体の重力による位置エネルギーは mgh 、点Bでの物体の速さを v とすると、点Bでの物体の運動エネルギーは $\frac{1}{2}mv^2$ となります。

先生：その通りです。では、斜面との摩擦の影響は無視し、力学的エネルギー保存の法則を用いて、点Bでの速さ v を求めてみましょう。

生徒： $v = \boxed{\text{ア}}$ と表すことができます。

先生：その通りです。では、図2のように斜面の傾斜を変え、物体を点Cから滑らせたときは、どうなるでしょうか？

生徒：図2のときの力学的エネルギー保存の法則の式は、図1のときと同じ式になります。また、仕事と運動エネルギーの関係で考えると、図2のときの点Cから点Dまでの $\boxed{\text{イ}}$ は、図1のときの点Aから点Bまでと同じなので、点Dでの速さは変わらず $\boxed{\text{ア}}$ になると思います。

問1 会話1の $\boxed{\text{ア}}$ に入る数式として正しいものはどれか。次の①～④のうちから一つ選べ。

解答番号は $\boxed{15}$ 。

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

問2 会話1の $\boxed{\text{イ}}$ に入る語句として正しいものはどれか。次の①～④のうちから一つ選べ。

解答番号は $\boxed{16}$ 。

- ① 物体に生じる加速度
② 物体の到達時間
③ 物体の移動距離
④ 重力が物体にする仕事の大きさ

会話 1 の内容を確認するために、図 3 のように、生徒が身近なものを用いた実験を考えた。会話 2、会話 3 のように生徒と先生が話をしている。

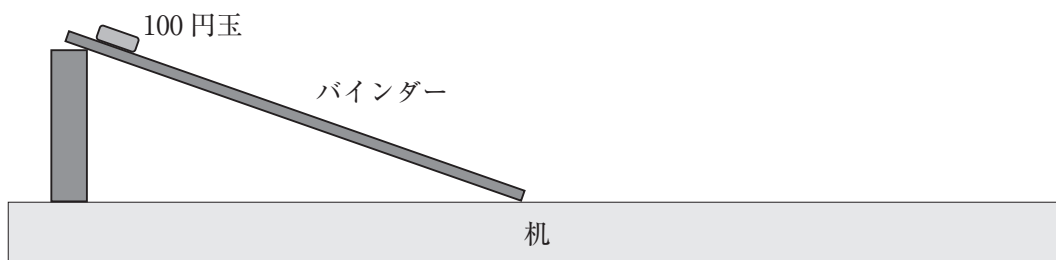


図 3

会話 2

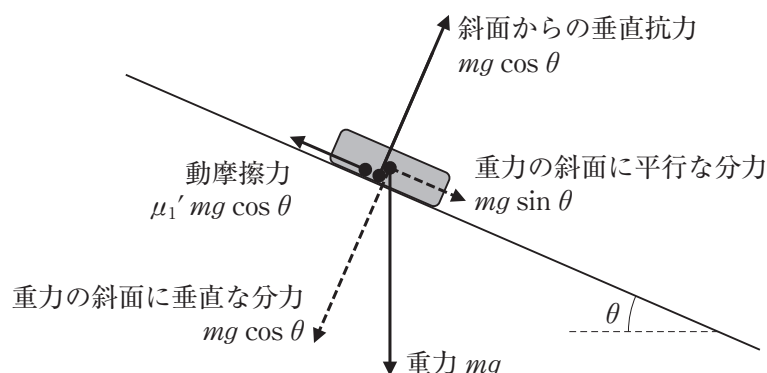
生徒：プリントをはさむバインダーの裏面を斜面にして、100 円玉を実際に滑らせてみます。

先生：グッドアイデアですね。でも、実際にはバインダーと 100 円玉の間には動摩擦力が生じますが、動摩擦力の影響はどのように考えましょうか？

生徒：100 円玉の質量を m ，100 円玉の斜面を下る加速度の大きさを a ，重力加速度の大きさを g ，斜面と物体の間の動摩擦係数を μ_1' ，バインダーと机の間の角度を θ として，運動方程式を立てて加速度を考えてみようと思います。物体の運動方程式は $ma =$ ウ と表すことができます。

問 3 会話 2 の ウ に入る数式として正しいものはどれか。下の①～④のうちから一つ選べ。ただし，斜面を滑る物体にはたらく力は，次のように図示できるものとする。

解答番号は 17。



- | | |
|--|--|
| ① $mg \sin \theta$ | ② $mg \cos \theta$ |
| ③ $mg \sin \theta + \mu_1' mg \cos \theta$ | ④ $mg \sin \theta - \mu_1' mg \cos \theta$ |

会話 3

先生：この運動方程式は両辺に質量 m があるので，両辺を質量 m で割ると加速度 a の式の中に質量 m がなくなります。つまり，質量を変えても加速度は変わらないということがわかりますね。

生徒：実験をして確かめてみますが，質量以外の条件は揃える必要があると思います。

先生：そうですね。斜面の角度が変わらないようにしっかり固定しましょう。あとは，質量だけを変えられる工夫が必要ですね。

生徒：それなら，ペットボトルのキャップの中にちょうど 100 円玉が入るので，入れる枚数を変えれば，質量を変えて実験ができると思います。

先生：素晴らしい！ナイスアイデアですね。この方法なら エ。

問 4 会話 3 の下線部は，ペットボトルのキャップに 100 円玉を入れるというアイデアの素晴らしさに先生が感激している様子であるが，会話 3 の エ に入る文として最も適切なものはどれか。次の①～④のうちから一つ選べ。解答番号は 18。

- ① 斜面に垂直な方向の力がつりあうから，動摩擦力を 0 にして実験ができますね
- ② 斜面との間の動摩擦係数が 0 になるから，動摩擦力の影響を無視できますね
- ③ 動摩擦係数を変えずに，質量のみを変化させて実験ができますね
- ④ 100 円玉の数と動摩擦係数が比例するから，実験結果を比較しやすいそうですね

図4のように、ペットボトルのキャップの中に100円玉を1枚入れた場合と5枚入れた場合でそれぞれ実験を行い、質量を変えても加速度は変わらないことを確かめようと会話4のように生徒と先生が話をしている。

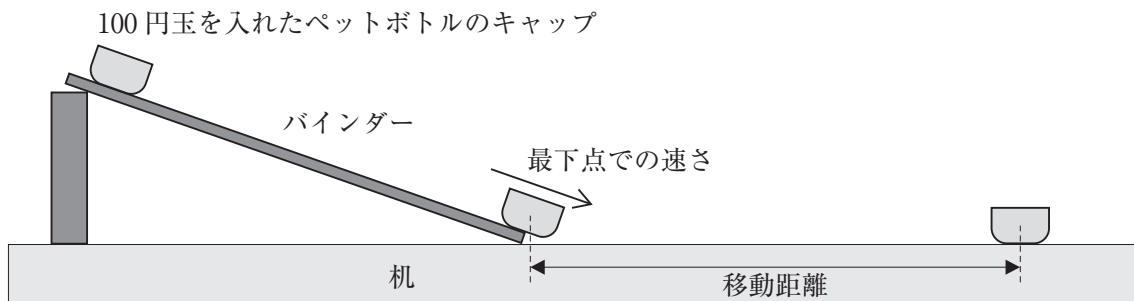


図4

会話4

先生：質量を変えても斜面上の物体の加速度は変わらないことを確かめるには、何を測定すれば良いかわかりますか？

生徒：加速度は **オ** と定義できるから、最下点での速さが同じになることを確かめれば良いと思います。つまり、100円玉を1枚入れた場合と5枚入れた場合で、最下点での速さが同じになるはずなので、最下点での速さを測定して比較すればいいですね。

先生：でも、スピード計測器がありませんね。

生徒：それでは、最下点からの水平面で静止するまでの移動距離を測定することでも、物体の加速度が変わらないことを確かめられますよね。

先生：そうですね。やってみましょう。

生徒：100円玉を1枚入れた場合と5枚入れた場合について、それぞれ5回ずつ実験を行ってみます。

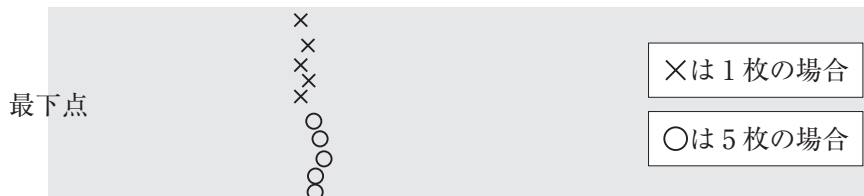
問5 会話4の **オ** に入る語句として正しいものはどれか。次の①～④のうちから一つ選べ。

解答番号は **19**。

- ① 単位時間あたりの速度の変化
- ② 単位時間あたりの移動距離
- ③ 単位時間あたりの運動エネルギーの変化
- ④ 単位時間あたりの位置エネルギーの変化

生徒が実験をしたところ、次のような結果になった。この実験結果について会話5のように生徒と先生が話をしている。

実験結果：100円玉を1枚入れた場合も5枚入れた場合も、移動距離はほぼ同じ



図の印は、ペットボトルのキャップが静止した位置を真上から見て、キャップの中心の位置に×または○の目印をつけた

会話5

先生：質量 m の物体が最下点を速さ v で通過し、動摩擦力 f' を受けて x だけ進んで静止したとすると、静止するまでの移動距離はどうなると思いますか。

生徒：仕事と運動エネルギーの関係から計算すると、 $x = \frac{mv^2}{2f'}$ と表すことができます。さらに、動摩擦力 f' は、机と物体との間の動摩擦係数を μ_2' とすると、 $f' = \mu_2' mg$ と表せるので、 f' の式を x の式に代入すると、分母と分子の m を消去することができて、 $x = \boxed{\text{力}}$ となりました。

先生：素晴らしいですね。この計算結果と実験結果とが一致しましたね。

生徒：100円玉を1枚入れた場合と5枚入れた場合で、水平面で静止するまでの移動距離が同じになり、斜面の最下点での速さが同じになることがわかりました。以上より、質量を変えても斜面上を滑る物体の加速度は変化しないといえます。

問6 会話5の $\boxed{\text{力}}$ に入る数式として正しいものはどれか。次の①～④のうちから一つ選べ。

解答番号は $\boxed{20}$ 。

① $\frac{v^2}{2\mu_2'g}$

② $\frac{v^2}{\mu_2'g}$

③ $\frac{v}{2\mu_2'g}$

④ $\frac{v}{\mu_2'g}$

