

学籍番号 解答例 名前 _____

1. 単位について (15 点/各 1 点)

120 点満点

(a) 次の表は接頭辞についてまとめたものである。空欄を埋めなさい。

記号	読み	意味
<u>k</u>	<u>キロ</u>	10^3
<u>h</u>	ヘクト	10^2
da	<u>デカ</u>	10^1
<u>d</u>	デシ	_____
<u>c</u>	<u>センチ</u>	10^{-2}
<u>m</u>	<u>ミリ</u>	10^{-3}

(b) 次の単位換算をしなさい。

- $100 \text{ [Pa]} = 1 \text{ [hPa]}$ ([Pa] は圧力の単位「パスカル」)
 - $1 \text{ [nm]} = 10^{-9} \text{ [m]}$ (n は 10^{-9} の接頭辞)
 - $1 \text{ [kg]} = 1000 (10^3) \text{ [g]}$
 - $1 \text{ [ℓ]} = 1000 (10^3) \text{ [cm}^3\text{]}$
 - $1 \text{ [ℓ]} = \frac{1}{1000} (10^{-3}) \text{ [m}^3\text{]}$
- ※ $1 \text{ [m}^3\text{]} = 1,000,000 \text{ [cm}^3\text{]} = 10^6 \text{ [cm}^3\text{]}$ であることに気をつけなさい。

2. 指数法則と単位の換算 (10 点/各 2 点)

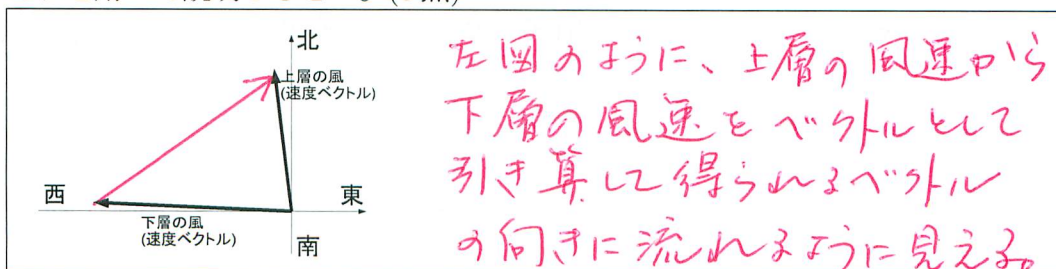
_____ に数字を入れなさい。ただし、必ず 10^x という形式 (10 のべき乗) で書きなさい。

- (a) $(10^2)^3 = 10^6$ である。
- (b) $\sqrt{10^4} = 10^2$ である。
- (c) 水の密度は、おおよそ、 $1 \text{ [g/cm}^3\text{]}$ である。そこで、水が $1 \text{ [m}^3\text{]}$ だけ集まると、その水の質量は、 10^3 [kg] となる。だから、水の密度は、 $10^3 \text{ [kg/m}^3\text{]}$ とも書ける。
- (d) 空気の密度は、おおよそ、 1 [g/ℓ] である。 1 [ℓ] が何 $\text{[m}^3\text{]}$ であるかを考えると、 $10^0 (1) \text{ [kg/m}^3\text{]}$ と書ける。

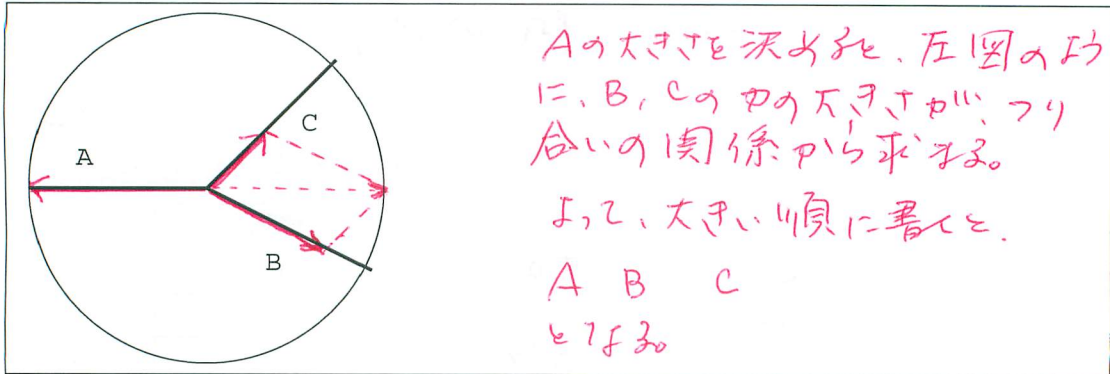
3. ベクトル (10 点)

(a) 大気の下層と上層で風向が違う場合を考える。

- このように上下で風が異なることをなんというか。答えなさい。シアー (2 点)
- 下層で東風 (ほぼ西向きの風) で、上層で南風 (ほぼ北向きの風) が吹いているとする。このとき、下層の風に乗って流れる気球から上空の風を観測すると、どちらの向きに流れているように観察されるか。図にその様子を表すベクトルを描き入れ、それをを用いて説明しなさい。(3 点)

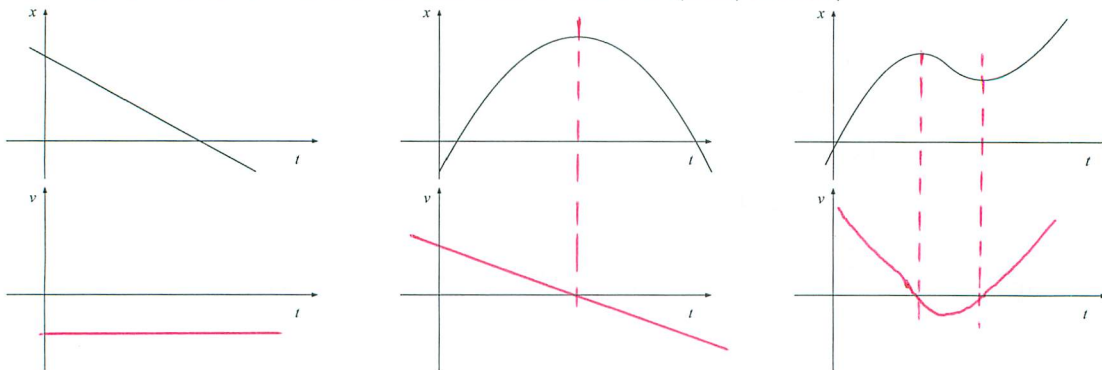


- (b) 講義で行ったような「三人綱引き」をした。その結果、次の図のようになったとする。図に A,B,C 各人の力の大きさを表すようにベクトルを描き入れなさい。また、参加者 A,B,C を力の強い順に並べなさい。(5点)



4. 物体の運動 (30点)

- (a) 次の図の上段のように、時刻によって位置が表されていたとする。速度(下段)はどのようなになっているか。図に描き込みなさい。(9点/各3点)



- (b) ニュートンの運動の法則の第二法則に対応する運動方程式についてこれを書き表し、各項に表れている単語の意味も説明しなさい。(10点)

$\vec{F} = m \vec{a}$ 運動方程式は、ある物体に作用する力と加速度の間の関係式である。
 \vec{F} : 物体に作用する力を表す。ベクトル量である。
 m : 物体の質量を表す。スカラー量である。
 \vec{a} : 物体の加速度を表す。ベクトル量である。

- (c) 国際宇宙ステーションの内部は「無重力」であるという。この時、宇宙飛行士の重さはゼロであると言える。しかし、宇宙飛行士の質量はゼロではない。これをヒントに、「重さ(重量)」と「質量」の違いについて述べなさい。(5点)

「重さ(重量)」は、物体に作用する重力の大きさを表す。そこで、重力加速度の値に応じて変化する。一方、「質量」は、物体に固有の値で、「動かすにくさ」(慣性)を表している。

- (d) 加速度を持った座標系(これを非慣性系という)から物体の運動をみると、座標系の加速度 \mathbf{a} に対して $-m\mathbf{a}$ だけの力が作用しているように見える。このような見かけの力を「慣性力」といった。次の場合、それぞれ、生じる慣性力の向きについて述べなさい。(6点/各3点)

i. 下り始めたエレベーターの中

• 慣性力の向き : 上向き

ii. 止まりかけの電車の中

• 慣性力の向き : 進行向き

5. 熱力学 (温度と体積と圧力) と静力学平衡 (22 点)

(a) 次の三つの現象のうち、二つは同じ原因で生じると考えられる。どれとどれが共通の原因か、記号で答えなさい。また、それら二つの現象に関連して、一般にどのような状況の下で温度が低下するのか、説明しなさい。

i. 熱いシャワーを浴びた後、涼しく感じる

ii. スプレー缶を使いつづけると冷たくなる

iii. 炭酸飲料の栓を抜くと雲ができる

ii と iii (2 点)

(3 点)

気体が膨張するときに伴って圧力が低下するとき、温度も低下する。

(b) ある量の純粋な物質を考える。温度と圧力と体積は、そのうちの二つを決定すると残りの一つも決まってしまう。例えば、温度と圧力を決定すると体積も決定してしまう。ところが、例外的な場合がある。どのような場合か。水の場合について答えなさい。(5 点)

1気圧(約1000hPa)のとき、0°Cの水は、液体の水の場合と、固体の水の場合とがあり、体積が異なる。同様に100°Cの水は、気体と液体の場合があり、体積が異なる。

(c) 静力学平衡 ($\frac{\Delta p}{\Delta z} = \rho g$, 記号は講義で使ったものと同じ) について答えなさい。(12 点/各 3 点)

i. 水は深くもぐると、深さに比例して圧力が増す。ところが、大気の場合、おおよそ 5km 下がると圧力は 2 倍になる。どうしてこのような違いが生じるか?

密度 ρ について考える。水の場合、圧力が増しても ρ の変化は少いため、 $\frac{\Delta p}{\Delta z}$ はほぼ一定である。一方、空気の場合、気圧が高い下層では、 ρ が大きく、 $|\frac{\Delta p}{\Delta z}|$ も大きくなる。

ii. 水は空気よりも密度が大きい。そこで、例えば、水が詰まったチューブを、一端がバケツに入ったまま持ち上げると、簡単にほとんど真空の状態を作ることができる。これを実験では示した。おおよそ何メートル程度持ち上げると真空に近い状態を作れるか。また、その時、水にどのようなことが起こったか。

約 10m で真空に近い状態が実現する。このとき、水は沸騰した。

iii. 鉛直方向に移動して気圧の変化を調べるとする。夏(気温が高く、空気の密度が小さい)と冬(気温が低く、空気の密度が大きい)では、どちらが気圧の違いが大きいのか?理由をつけて述べよ。

同じ気圧でも気体仮定でも、気温が低い方が密度が大きい。そこで冬の気圧、鉛直方向の気圧変化が小さくなる。

iv. 空気の密度を 1 [g/l] とする。30[g] のミニカーを浮かせるためには、最低限、どれくらいの体積の風船が必要か？理由をつけて答えよ。

浮かす。風船と同じ体積の空気に作用する重力が打ち消される。そこで、30[g] の物体に作用する重さに打ち消すためには、空気 30[l] の体積、つまり 30[l] の風船が必要。

6. 次のそれぞれの現象を、次のどの語句と関連しているか。該当するものを述べなさい。(18 点/各3点)

運動量保存の法則・角運動量保存の法則・エネルギー保存の法則・ニュートンの運動の第二法則・波の干渉・波の反射・波の屈折・ドップラー効果・衝撃波

(a) 二つのスピーカーから同じ高さの音を出すと、部屋の中で音が大きく聞こえる場所と小さく聞こえる場所がある。

波の干渉

(b) 動力のついてない回転台に人が乗る。腕を広げるとゆっくり回るが、腕を胸の前で縮めると速く回転する。

角運動量保存の法則

(c) 救急車のサイレンの音は、近づくときに高く、遠ざかるときに低くなる。

ドップラー効果

(d) 宇宙で静止していた宇宙船から弾丸が飛び出すと、宇宙船は弾丸とは反対側に進む。

運動量保存の法則

(e) 紐(ひも)につけられたスーパーボールを、紐の反対側を持ってグルグル回す。スーパーボールは紐によって中心方向に引っ張られることで等速円運動を行う。

ニュートンの運動の第二法則

(f) ソーラークッカー2台を離して置く。上手に調整すると、一方のソーラークッカーの中心部に置かれた音源からの音が、他方のソーラークッカーの中心部でよく聞くことができる。

波の反射

7. この講義では、飛行機などにかかわるような話題も扱ってきた。講義で扱った内容のうち、飛行機あるいは飛行に関するものをあげ、説明しなさい。このテストの問題に関連した内容でも構わない。(15点)

どう関係するかと、
説明をいっけて下さい。