2003 年上海

1. 在核反应方程 ${}_2^4\mathrm{He}+{}_7^{14}\mathrm{N}\to{}_8^{17}\mathrm{O}+$（X）的括弧中，X 所代表的粒子是（A）

A. ${}_1^1\mathrm{H}$　　B. ${}_1^2\mathrm{H}$　　C. ${}_{-1}^0\mathrm{e}$　　D. ${}_0^1\mathrm{n}$

> 核反应方程满足质量数和核电荷数守恒，由核反应方程知，粒子的质量数为 1，核电荷数为 1，故 A 正确。

2. 关于机械波，下列说法正确的是（ABC）

A. 在传播过程中能传递能量　　B. 频率由波源决定

C. 能产生干涉、衍射现象　　D. 能在真空中传播

> 机械波的频率由波源的振动频率决定，传播的过程中需要介质，且能产生干涉和衍射现象，故 ABC 正确，D 错误。

3. 爱因斯坦由光电效应的实验规律，猜测光具有粒子性，从而提出光子说，从科学的方法来说，这属于（C）

A. 等效替代　　B. 控制变量　　C. 科学假说　　D. 数学归纳

> 根据实验现象，而后提出理论支持，物理学上把这种研究方法称为“科学假说”，故 C 正确。

4. 一个质量为 0.3 kg 的弹性小球，在光滑水平面上以 6 m/s 的速度垂直撞到墙上，碰撞后小球沿相反方向运动，反弹后的速度大小与碰撞前相同，则碰撞前后小球速度变化量的大小 Δv 和碰撞过程中墙对小球做功的大小 W 为（BC）

A. $\Delta v=0$　　B. $\Delta v=12\,\mathrm{m/s}$　　C. $W=0$　　D. $W=10.8\,\mathrm{J}$

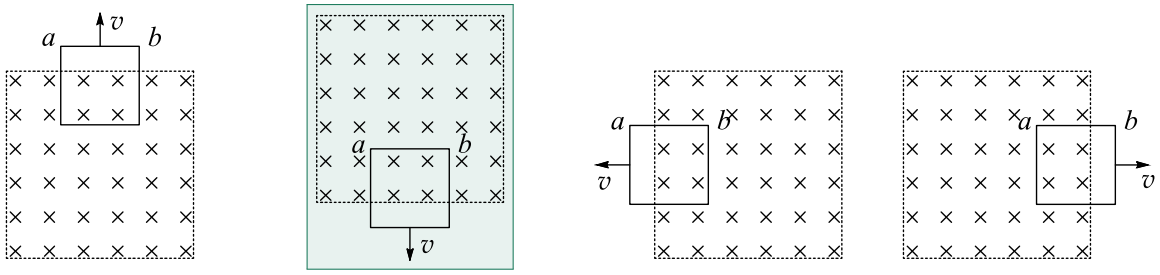
> 速度是矢量，速度的变化也是矢量，则速度变化量 $\Delta v=-v-v=-2v$，其大小为 $2v=12\,\mathrm{m/s}$，反弹前后小球的动能没有变化，$\Delta E_k=0$，则墙对小球做功的大小 $W=\Delta E_k=0$，故 BC 正确。

5. 一负电荷仅受电场力作用，从电场中的 A 点运动到 B 点，在此过程中该电荷作初速度为零的匀加速直线运动，则 A、B 两点电场强度 E_A、E_B 及该电荷在 A、B 两点的电势能 E_{pA}、E_{pB} 之间的关系为（AD）

A. $E_A=E_B$　　B. $E_A<E_B$　　C. $E_{pA}=E_{pB}$　　D. $E_{pA}>E_{pB}$

> 因负电荷做匀加速直线运动，可知电场为匀强电场，负电荷逐渐加速，则电场力做正功，动能增大，电势能减小，故 AD 正确。

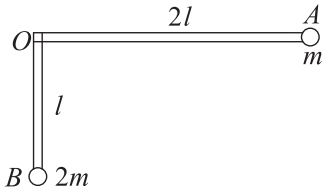
6. 粗细均匀的电阻丝围成的正方形线框置于有界匀强磁场中，磁场方向垂直于线框平面，其边界与正方形线框的边平行，现使线框以同样大小的速度沿四个不同方向平移出磁场，如图所示，则在移动过程中线框的一边 a、b 两点间电势差绝对值最大的是 (B)



A. B. C. D.

> 在四个图中，线框切割产生的电动势大小均相等（E），回路电阻均为 $4r$，则电路中电流亦相等（I），B 图中，ab 为电源，U_{ab} 为路端电压，故 $U_{ab}=I\cdot 3r=\frac{3}{4}E$，其他情况下，$U_{ab}=I\cdot r=\frac{1}{4}E$，故 B 正确。

7. 一质量不计的直角形支架两端分别连接质量为 m 和 $2m$ 的小球 A 和 B，支架的两直角边长度分别为 $2L$ 和 L，支架可绕固定轴 O 在竖直平面内无摩擦转动，如图所示，开始时 OA 边处于水平位置，由静止释放，则 (BCD)



A. A 球的最大速度为 $2\sqrt{gL}$

B. A 球速度最大时，两小球的总重力势能最小

C. A 球速度最大时，两直角边与竖直方向的夹角为 45°

D. A、B 两球的最大速度之比 $v_A:v_B=2:1$

> 设 A 球的速度为 v_A，B 球的速度为 v_B，A、B 运动时角速度相等，则 $v_A:v_B=\omega r_A:\omega r_B=r_A:r_B=2:1$，系统动能最大时，OB 与竖直方向的夹角为 α，由机械能守恒得，则有 $mg\cdot 2L\sin\alpha-2mg\cdot L(1-\cos\alpha)=\frac{1}{2}mv_A^2+\frac{1}{2}\cdot 2mv_B^2$，A 球的动能最大时，系统的动能最大，系统的势能最小，化简得 $v_A^2=\frac{8gL}{3}[\sqrt{2}\sin(\alpha+45^\circ)-1]$，得 $\alpha=45^\circ$ 时取 v_A^2 最大值，则 $v_{A\max}^2=\frac{8gL}{3}(\sqrt{2}-1)$，即 $v_{A\max}=\sqrt{\frac{8gL}{3}(\sqrt{2}-1)}$，故 A 错误 BCD 正确。

8. 劈尖干涉是一种薄膜干涉，其装置如图 1 所示，将一块平板玻璃放置在另一平板玻璃之上，在一端夹入两张纸片，从而在两片玻璃表面之间形成一个劈形空气薄膜，当光垂直入射后，从上往下看到的干涉条纹如图 2 所示，干涉条纹有如下特点：

（1）任意一条明条纹或暗条纹所在位置下面的薄膜厚度相等；

（2）任意相邻明条纹或暗条纹所对应的薄膜厚度差恒定。

现若将图 1 装置中抽去一张纸片，则当光垂直入射到新的劈形空气膜后，从上往下观察到的干涉条纹（A）

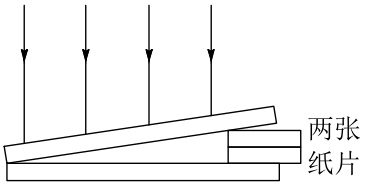


图 1　俯视图

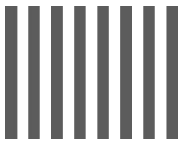
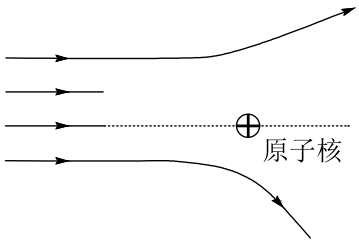


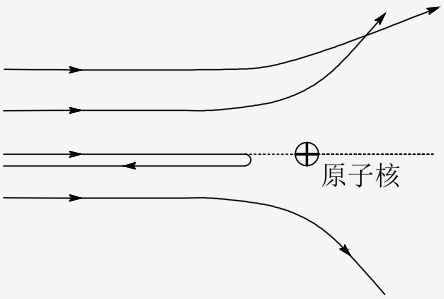
图 2

A. 变疏　　B. 变密　　C. 不变　　D. 消失

> 撤去一张纸片，相同水平距离上，劈尖厚度减小，干涉时波程差减小，所以条纹变宽，数量变少，故 A 正确。

9. 卢瑟福通过α 粒子散射实验，发现了原子中间有一个很小的核，并由此提出了原子的核式结构模型，右面平面示意图中的四条线表示 α 粒子运动的可能轨迹，在图中完成中间两条 α 粒子的运动轨迹。



> α 粒子散射；运动轨迹如图所示。
>
> 
>

10. 细绳的一端在外力作用下从 $t=0$ 时刻开始做简谐振动，激发出一列简谐波，在细绳上选取 15 个点，如图 1 所示。图中从上到下依次为 $t=0$ 时刻各质点所处的位置、$t=\frac{T}{4}$ 时刻的波形图（T 为波的周期）和待画的 $t=\frac{3T}{4}$ 时刻的波形图，请在最后一幅图中画出该时刻的波形图。

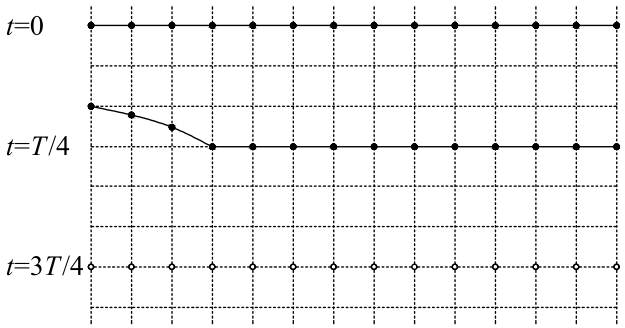
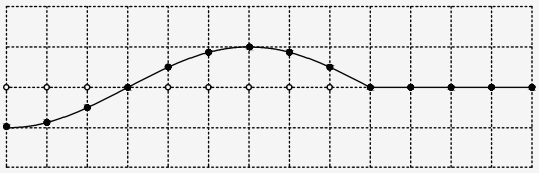


图 1

波形图如图所示。

波形图如图所示。



11. 有质量的物体周围存在着引力场，万有引力和库仑力有类似的规律，因此我们可以用定义静电场场强的方法来定义引力场的场强，由此可得，与质量为 M 的质点相距 r 处的引力场场强的表达式为 $E_G=\frac{GM}{r^2}$（万有引力恒量用 G 表示）。

电场强度的定义式为 $E=\frac{F}{q}$，其中 q 为放入电场中的检验电荷，F 为其受到的电场力。类似地，在质量为 M 的质点相距 r 处放入一个质量为 m 的检验质点，其受到的万有引力为 $F=\frac{GMm}{r^2}$，它与质量 m 之比为 $\frac{GM}{r^2}$，与检验质点无关，只由场源质量 M 和到场源距离 r 决定，我们定义它为引力场强度 $E_G=\frac{F}{m}=\frac{GM}{r^2}$，故答案为 $\frac{GM}{r^2}$。

12. 若氢原子的核外电子绕核作半径为 r 的匀速圆周运动，则其角速度 $\omega=\frac{e}{r}\sqrt{\frac{k}{mr}}$，电子绕核运动可等效为环形电流，则电子运动的等效电流 $I=\frac{e^2}{2\pi r}\sqrt{\frac{k}{mr}}$（已知电子的质量为 m，电量为 e，静电力恒量用 k 表示）。

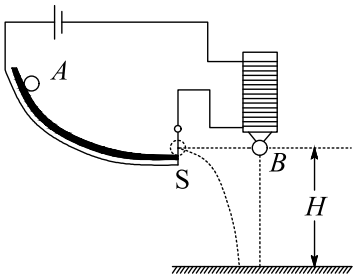
由题意知电子轨道半径为 r，角速度为 ω，原子核对电子的库仑力提供向心力，由牛顿第二定律和库仑定律得 $\frac{ke^2}{r^2}=m\omega^2 r$，解得 $\omega=\frac{e}{r}\sqrt{\frac{k}{mr}}$，又 $T=\frac{2\pi}{\omega}$，由电流的定义得 $I=\frac{q}{t}=\frac{e}{T}$，联立解得 $I=\frac{e^2}{2\pi r}\sqrt{\frac{k}{mr}}$。

13. 某登山爱好者在攀登珠穆朗玛峰的过程中，发现他携带的手表表面玻璃发生了爆裂，这种手表是密封的，出厂时给出的参数为：27 °C 时表内气体压强为 1×10^5 Pa，在内外压强差超过 6×10^4 Pa 时，手表表面玻璃可能爆裂，已知当时手表处的气温为 −13 °C，则手表表面玻璃爆裂时表内气体压强的大小为8.7×10^4 Pa，已知外界大气压强随高度变化而变化，高度每上升 12 m 大气压强降低 133 Pa，设海平面大气压为 1×10^5 Pa，则

登山运动员此时的海拔高度约为6586 m。

> 手表内封闭气体的初始状态参量为 $p_0 = 1 \times 10^5\,\mathrm{Pa}$，$T_0 = (273+27)\,\mathrm{K} = 300\,\mathrm{K}$，末状态参量为 $T_1 = (273-13)\,\mathrm{K} = 260\,\mathrm{K}$，由查理定律得 $\frac{p_0}{T_0} = \frac{p_1}{T_1}$，解得 $p_1 = \frac{T_1}{T_0}p_0 = \frac{260}{300} \times 10^5\,\mathrm{Pa} \approx 8.7 \times 10^4\,\mathrm{Pa}$；手表表面玻璃爆裂时表内气体压强为 $p_1 = 8.7 \times 10^4\,\mathrm{Pa}$，由题意知，此时表外大气压强为 $p' = p_1 - 6 \times 10^4\,\mathrm{Pa} = 2.7 \times 10^4\,\mathrm{Pa}$，因海平面大气压为 $1 \times 10^5\,\mathrm{Pa}$，则因为海拔升高引起大气压强的变化量为 $\Delta p = 1 \times 10^5\,\mathrm{Pa} - 2.7 \times 10^4\,\mathrm{Pa} = 7.3 \times 10^4\,\mathrm{Pa}$，则海拔高度 $H = \frac{\Delta p}{133\,\mathrm{Pa}} \times 12\,\mathrm{m} = \frac{7.3 \times 10^4}{133} \times 12\,\mathrm{m} = 6586\,\mathrm{m}$。

14. 如图所示，在研究平抛运动时，小球 A 沿轨道滑下，离开轨道末端（末端水平）时撞开轻质接触式开关 S，被电磁铁吸住的小球 B 同时自由下落，改变整个装置的高度 H 做同样的实验，发现位于同一高度的 A、B 两球总是同时落地，该实验现象说明了 A 球在离开轨道后 (C)



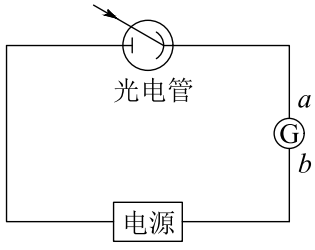
A. 水平方向的分运动是匀速直线运动　　B. 水平方向的分运动是匀加速直线运动

C. 竖直方向的分运动是自由落体运动　　D. 竖直方向的分运动是匀速直线运动

> C

> 因为 A、B 两球同时从同一高度开始下落，并且同时到达地面，故在竖直方向两球遵循相同的运动规律，即速度、加速度总是相同。因 B 球做自由落体运动，故 A 球在平抛过程中在竖直方向也做自由落体运动，故 C 正确 D 错误；而 A 球在水平方向的运动没有可以参照的物体，故无法确定平抛运动的物体在水平方向的运动所遵循的规律，故 AB 错误。

15. 在右图所示的光电管的实验中，发现用一定频率的 A 单色光照射光电管时，电流表指针会发生偏转，而用另一频率的 B 单色光照射时不发生光电效应，那么 (AC)



A. A 光的频率大于 B 光的频率

B. B 光的频率大于 A 光的频率

C. 用 A 光照射光电管时流过电流表 G 的电流方向是 a 流向 b

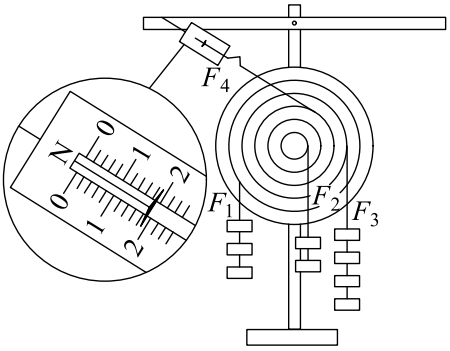
D. 用 A 光照射光电管时流过电流表 G 的电流方向是 b 流向 a

AC

用一定频率的 A 单色光照射光电管时，电流表指针会发生偏转，知 $v_A > v_0$；用另一频率的 B 单色光照射时不发生光电效应，知 $v_B < v_0$，所以 A 光的频率大于 B 的频率，故 A 正确 B 错误；发生光电效应时，电子从光电管右端运动到左端，而电流的方向与电子定向移动的方向相反，所以流过电流表 G 的电流方向是 a 流向 b，故 C 正确 D 错误。

16. 如图所示，在“有固定转动轴物体的平衡条件”实验中，调节力矩盘使其平衡，弹簧秤的读数为1.9 N，此时力矩盘除受到钩码作用力 F_1、F_2、F_3 和弹簧秤拉力 F_4 外，主要还受到重力和支持力的作用；如果每个钩码的质量均为 0.1 kg，盘上各圆的半径分别是 0.05 m、0.10 m、0.15 m、0.20 m（取 $g = 10\,\mathrm{m/s^2}$），则 F_2 的力矩是0.1 N·m。有同学在做这个实验时，发现顺时针力矩之和与逆时针力矩之和存在较大差距，检查发现读数和计算均无差错，请指出造成这种差距的一个可能原因，并提出简单的检验方法（如例所示，将答案填在下表空格中）。

	可能原因	检验方法
例	力矩盘面没有调到竖直	用一根细线挂一个钩码靠近力矩盘面，如果细线与力矩盘面间存在一个小的夹角，说明力矩盘不竖直
答		



弹簧秤的读数为 1.9 N（1.8～2.0 均可）；重；支持；F_2 的力矩是 0.1 N · m。转轴摩擦力太大，安装力矩盘后，轻轻转动盘面，如果盘面转动很快停止，说明摩擦太大；力矩盘重心没在中心，在最低端放一标志，轻轻转动盘面，如果标志始终停留在最低端，说明重心在这个标志和中心之间。

17. 有同学在做“研究温度不变时气体的压强跟体积的关系”实验时，用连接计算机的压强传感器直接测得注射器内气体的压强值，缓慢推动活塞，使注射器内空气柱从初始体积 20.0 mL 变为 12.0 mL，实验共测了五次，每次体积值直接从注射器的刻度上读出并输入计算机，同时由压强传感器测得对应体积的压强值，实验完成后，计算机屏幕上立刻显示出如下表中所示的实验结果。

序号	V（mL）	p（$\times 10^5$ Pa）	pV（$\times 10^5$ Pa · mL）
1	20.0	1.0010	20.020
2	18.0	1.0952	19.714
3	16.0	1.2313	19.701
4	14.0	1.4030	19.642
5	12.0	1.6351	19.621

(1) 仔细观察不难发现，pV（$\times 10^5$ Pa · mL）一栏中的数值越来越小，造成这一现象的可能原因是 (D)

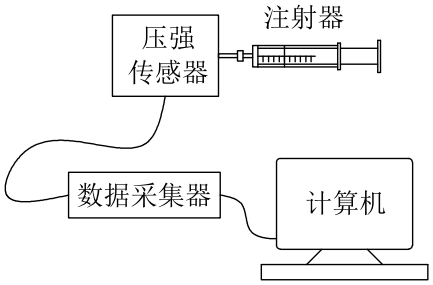
A. 实验时注射器活塞与筒壁间的摩擦力不断增大

B. 实验时环境温度增大了

C. 实验时外界大气压强发生了变化

D. 实验时注射器内的空气向外发生了泄漏

(2) 根据你在（1）中的选择，说明为了减小误差，应采取的措施是：在注射器活塞上涂上润滑油增加密封性。



(1) D　(2) 在注射器活塞上涂上润滑油增加密封性

（1）D。

（2）在注射器活塞上涂上润滑油增加密封性。

18. 图 1 为某一热敏电阻（电阻值随温度的改变而改变，且对温度很敏感）的 $I-U$ 关系曲线图。

(1) 为了通过测量得到图 1 所示 $I-U$ 关系的完整曲线，在图 2 和图 3 两个电路中应选择的是图 2，简要说明理由：图2 电路电压可从 0 V 调到所需电压，调节范围较大（或图3 电路不能测得 0 V 附近的数据）。（电源电动势为 9 V，内阻不计，滑线变阻器的阻值为 $0\sim100\,\Omega$）

(2) 在图 4 电路中，电源电压恒为 9 V，电流表读数为 70 mA，定值电阻 $R_1=250\,\Omega$，由热敏电阻的 $I-U$ 关系曲线可知，热敏电阻两端的电压为5.2 V，电阻 R_2 的阻值为111.8 Ω。

(3) 举出一个可以应用热敏电阻的例子：热敏温度计。

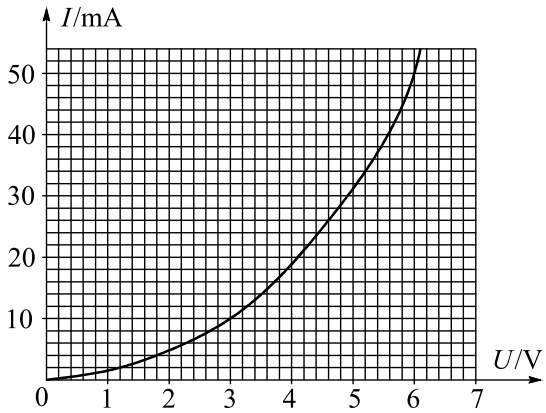


图 1

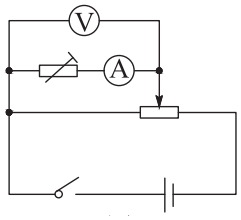


图 2

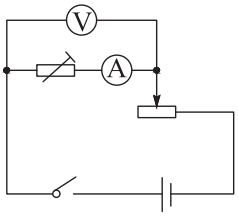


图 3

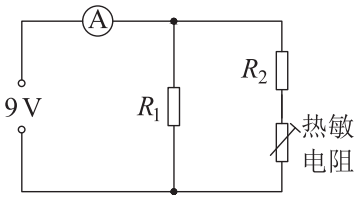


图 4

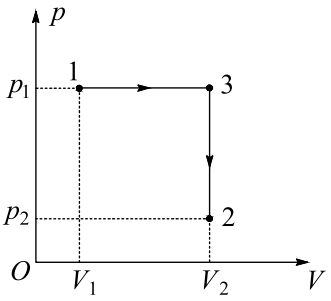
(1) 2，图 2 电路电压可从 0 V 调到所需电压，调节范围较大（或图 3 电路不能测得 0 V 附近的数据） (2) 5.2 V，111.8 Ω（111.6～112.0 均给分） (3) 热敏温度计（提出其它实例，只要合理的都给分）

（1）图中的 $I-U$ 关系图线是 $0\sim6$ V 间连续曲线，且热敏电阻的阻值非定值，所以在选择实验电路时电路必须能保证提供 $0\sim6$ V 间的连续电压，图 2 为分压电路，电压可从 0 V 开始调节，而图 3 电路不能测得 0 V 附近的数据。因此选择图 2。

（2）定值电阻的阻值 $R_1 = 250\,\Omega$，两端电压为 9 V，由欧姆定律可以算出流过定值电阻 R_1 的电流为 36 mA，故流过热敏电阻的电流为 34 mA，由图线查出这时热敏电阻两端的电压为 5.2 V，那么电阻 R_2 两端的电压为 3.8 V，结合电流可以算出它的电阻约为 111.8 Ω。

（3）可用于制作热敏温度计及温控敏感元件等。

19. 如图所示，1、2、3 为 $p-V$ 图中一定量理想气体的三个状态，该理想气体由状态 1 经过程 $1 \to 3 \to 2$ 到达状态 2，试利用气体实验定律证明：$\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$。



$\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$

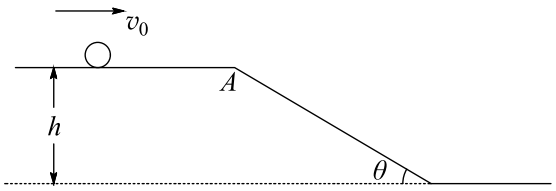
设状态 3 的温度为 T。$1 \to 3$ 为等压过程，有 $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T}$；$3 \to 2$ 为等容过程，有 $\frac{p_1}{T} = \frac{p_2}{T_2}$。消去 T 即得 $\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$。

20. 如图所示，一高度为 $h = 0.2\,\mathrm{m}$ 的水平面在 A 点处与一倾角为 $\theta = 30^\circ$ 的斜面连接，一小球以 $v_0 = 5\,\mathrm{m/s}$ 的速度在平面上向右运动。求小球从 A 点运动到地面所需的时间（平面与斜面均光滑，取 $g = 10\,\mathrm{m/s^2}$）。某同学对此题的解法为：

小球沿斜面运动，则 $\frac{h}{\sin\theta} = v_0 t + \frac{1}{2} g \sin\theta \cdot t^2$，由此可求得落地时间 t。

问：你同意上述解法吗？若同意，求出所需时间；

若不同意则说明理由并求出你认为正确的结果。



不同意。$t = 0.2\,\mathrm{s}$。

不同意，小球应在 A 点离开平面做平抛运动，而不是沿斜面下滑，正确做法是：

假设落地点在平面上，由平抛规律得 $h = \frac{1}{2} g t^2$，解得 $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$。

落地点与 A 点的水平距离为 $s=v_0t=v_0\sqrt{\frac{2h}{g}}=1\,\mathrm{m}$。

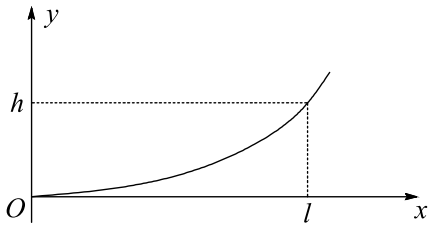
斜面底宽 $l=h\cot\theta=0.2\times\sqrt{3}\,\mathrm{m}=0.35\,\mathrm{m}$。

又 $l<s$，故小球离开 A 点后不会落到斜面上，因此落地时间即为平抛运动时间，有 $t=\sqrt{\frac{2h}{g}}=\sqrt{\frac{2\times0.2}{10}}\,\mathrm{s}=0.2\,\mathrm{s}$。

21. 质量为 m 的飞机以水平速度 v_0 飞离跑道后逐渐上升，若飞机在此过程中水平速度保持不变，同时受到重力和竖直向上的恒定升力（该升力由其它力的合力提供，不含重力），今测得当飞机在水平方向的位移为 l 时，它的上升高度为 h，求：

(1) 飞机受到的升力的大小；

(2) 从起飞到上升到 h 高度的过程中升力所作的功及高度 h 处飞机的动能。



(1) $F=mg\left(1+\frac{2hv_0^2}{gl^2}\right)$ (2) $W=mgh\left(1+\frac{2hv_0^2}{gl^2}\right)$，$E_k=\frac{1}{2}mv_0^2\left(1+\frac{4h^2}{l^2}\right)$

（1）飞机水平方向速度不变，有 $l=v_0t$。

竖直方向加速度恒定，有 $h=\frac{1}{2}at^2$，消去 t 得 $a=\frac{2hv_0^2}{l^2}$。

由牛顿第二定律得 $F=mg+ma=mg\left(1+\frac{2hv_0^2}{gl^2}\right)$。

（2）升力做功为 $W=Fh=mgh\left(1+\frac{2hv_0^2}{gl^2}\right)$。

在 h 处，飞机竖直方向的速度为 $v_t=\sqrt{2ah}=\frac{2hv_0}{l}$。

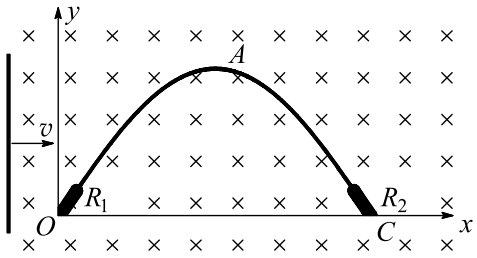
所以 $E_k=\frac{1}{2}m(v_0^2+v_t^2)=\frac{1}{2}mv_0^2\left(1+\frac{4h^2}{l^2}\right)$。

22. 如图所示，OACO 为置于水平面内的光滑闭合金属导轨，O、C 处分别接有短电阻丝（图中用粗线表示），$R_1=4\,\Omega$、$R_2=8\,\Omega$（导轨其它部分电阻不计），导轨 OAC 的形状满足方程 $y=2\sin\left(\frac{\pi}{3}x\right)$（单位：m），磁感强度 $B=0.2\,\mathrm{T}$ 的匀强磁场方向垂直于导轨平面，一足够长的金属棒在水平外力 F 作用下，以恒定的速率 $v=5\,\mathrm{m/s}$ 水平向右在导轨上从 O 点滑动到 C 点，棒与导轨接触良好且始终保持与 OC 导轨垂直，不计棒的电阻，求：

(1) 外力 F 的最大值；

(2) 金属棒在导轨上运动时电阻丝 R_1 上消耗的最大功率；

(3) 在滑动过程中通过金属棒的电流 I 与时间 t 的关系。



(1) $F_{\max}=0.3\,\mathrm{N}$　(2) $P_1=1\,\mathrm{W}$　(3) $I=\frac{3}{4}\sin\left(\frac{5\pi}{3}t\right)$

（1）由题意知，金属棒做匀速运动，由平衡条件得 $F_{外}=F_{安}$。

金属棒切割磁感线产生的电动势为 $E=Blv$，回路中的电流为 $I=\frac{E}{R_{总}}$。

回路中的总电阻为 $R_{总}=\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}=\frac{8}{3}\,\Omega$。

金属棒受到的安培力大小为 $F_{安}=BIl=\frac{B^2l^2v}{R_{总}}$，故 $F_{外}=\frac{B^2l^2v}{R_{总}}$。

又 $l_{\max}=2\sin\frac{\pi}{2}=2\,\mathrm{m}$，联立解得 $F_{\max}=0.2^2\times2^2\times5\times\frac{3}{8}\,\mathrm{N}=0.3\,\mathrm{N}$。

（2）由题意知，l 取最大值时，电阻丝 R_1 上消耗的功率最大，则有 $P_1=\frac{E^2}{R_1}=\frac{B^2l^2v^2}{R_1}=\frac{0.2^2\times2^2\times5^2}{4}\,\mathrm{W}=1\,\mathrm{W}$。

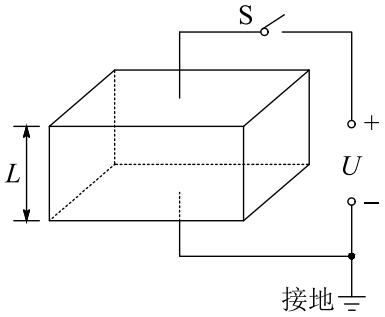
（3）金属棒与导轨接触点间的长度随时间的变化规律，有 $l=2\sin\frac{\pi}{3}x$，且 $E=Blv$，$x=vt$，解得 $I=\frac{E}{R_{总}}=\frac{Bv}{R_{总}}2\sin\left(\frac{\pi}{3}vt\right)=\frac{3}{4}\sin\left(\frac{5\pi}{3}t\right)$。

23. 为研究静电除尘，有人设计了一个盒状容器，容器侧面是绝缘的透明有机玻璃，它的上下底面是面积 $A=0.04\,\mathrm{m}^2$ 的金属板，间距 $L=0.05\,\mathrm{m}$，当连接到 $U=2500\,\mathrm{V}$ 的高压电源正负两极时，能在两金属板间产生一个匀强电场，如图所示，现把一定量均匀分布的烟尘颗粒密闭在容器内，每立方米有烟尘颗粒 10^{13} 个，假设这些颗粒都处于静止状态，每个颗粒带电量为 $q=+1.0\times10^{-17}\,\mathrm{C}$，质量为 $m=2.0\times10^{-15}\,\mathrm{kg}$，不考虑烟尘颗粒之间的相互作用和空气阻力，并忽略烟尘颗粒所受重力，求合上电键后：

(1) 经过多长时间烟尘颗粒可以被全部吸收；

(2) 除尘过程中电场对烟尘颗粒共做了多少功？

(3) 经过多长时间容器中烟尘颗粒的总动能达到最大？



(1) $t = 0.02\,\mathrm{s}$ (2) $W = 2.5 \times 10^{-4}\,\mathrm{J}$ (3) $t_1 = 0.014\,\mathrm{s}$

（1）当最靠近上表面的烟尘颗粒被吸附到下板时，烟尘就全部吸附，烟尘颗粒所受电场力为 $F = \frac{qU}{L}$，由牛顿第二定律得 $a = \frac{F}{m}$，又 $L = \frac{1}{2}at^2 = \frac{qUt^2}{2mL}$，联立解得 $t = L\sqrt{\frac{2m}{qU}} = 0.02\,\mathrm{s}$。

（2）由题意知，烟尘颗粒均匀分布在容器中，烟尘颗粒总数为 NAL，利用等效思想理解，全部颗粒等效为一个颗粒，且位于两金属板中间，带电量为 $NALq$，该颗粒运动到极板时，电场力做的功为 $W = \frac{1}{2}NALqU = 2.5 \times 10^{-4}\,\mathrm{J}$。

（3）设某一烟尘颗粒下落的距离为 x，此时仍存在于容器中的颗粒数为 $NA(L-x)$，每个颗粒的动能为 $\frac{1}{2}mv^2$，由动能定理得 $\frac{qU}{L}x = \frac{1}{2}mv^2$。存在于容器中的颗粒数的总动能为 $E_k = \frac{1}{2}mv^2 \cdot NA(L-x) = \frac{qU}{L}xNA(L-x)$。由函数知识知，当 $x = \frac{1}{2}L$ 时，E_k 最大。由运动学公式得 $x = \frac{1}{2}at_1^2$，解得 $t_1 = \sqrt{\frac{2x}{a}} = L\sqrt{\frac{m}{qU}} = 0.014\,\mathrm{s}$。