2014 年重庆理综

1. 碘 131 的半衰期约为 8 天，若某药物含有质量为 m 的碘 131，经过 32 天后，该药物中碘 131 的含量大约还有 (C)

A. $m/4$　　B. $m/8$　　C. $m/16$　　D. $m/32$

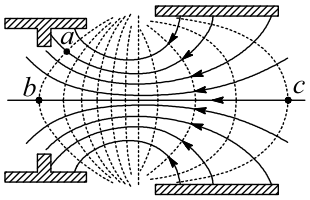
> 根据原子核的衰变公式：$m_{剩}=m\left(\frac{1}{2}\right)^n$，其中 $n=\frac{t}{T}=\frac{32}{8}=4$ 为半衰期的次数，故 $m_{剩}=\frac{m}{16}$。选项 C 正确。

2. 某车以相同功率在两种不同的水平路面上行驶，受到的阻力分别为车重的 k_1 和 k_2 倍，最大速率分别为 v_1 和 v_2，则 (B)

A. $v_2=k_1v_1$　　B. $v_2=\frac{k_1}{k_2}v_1$　　C. $v_2=\frac{k_2}{k_1}v_1$　　D. $v_2=k_2v_1$

> 以相同功率在两种不同的水平路面上行驶达最大速度时，有 $F=F_f=kmg$。由 $P=Fv$ 可知最大速度 $v_m=\frac{P}{F}=\frac{P}{F_f}$，则 $\frac{v_1}{v_2}=\frac{F_{f2}}{F_{f1}}=\frac{k_2}{k_1}$，故 $v_2=\frac{k_1}{k_2}v_1$，选项 B 正确。

3. 如图所示为某示波管内的聚焦电场，实线和虚线分别表示电场线和等势线。两电子分别从 a、b 两点运动到 c 点，设电场力对两电子做的功分别为 W_a 和 W_b，a、b 两点的电场强度大小分别为 E_a 和 E_b，则 (A)



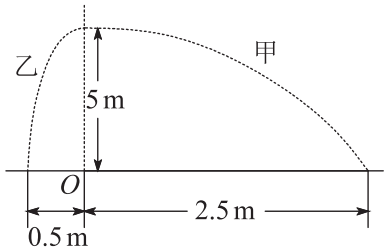
A. $W_a=W_b$，$E_a>E_b$　　B. $W_a\neq W_b$，$E_a>E_b$

C. $W_a=W_b$，$E_a<E_b$　　D. $W_a\neq W_b$，$E_a<E_b$

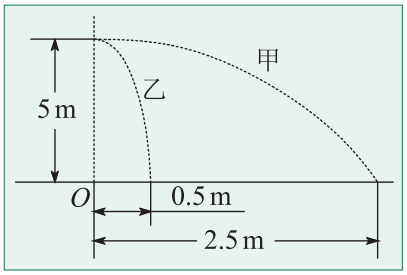
> 电子在电场中运动，电场力做功 $W=qU$，a、b 位于同一条等势线上，故 $U_{ac}=U_{bc}$，所以 $W_a=W_b$；而电场线的疏密反应电场强度的大小，a 点比 b 点的电场线密些，故 $E_a>E_b$。选项 A 正确。

4. 一弹丸在飞行到距离地面 5 m 高时仅有水平速度 $v=2\,\mathrm{m/s}$，爆炸成为甲、乙两块水平飞出，甲、乙的质量比为 3 : 1。不计质量损失，取重力加速度 $g=10\,\mathrm{m/s^2}$。则下列图

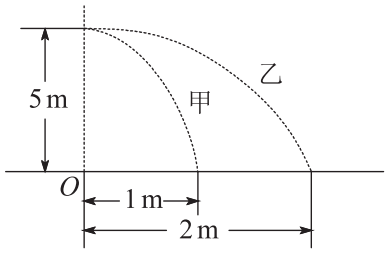
中两块弹片飞行的轨迹可能正确的是（B）



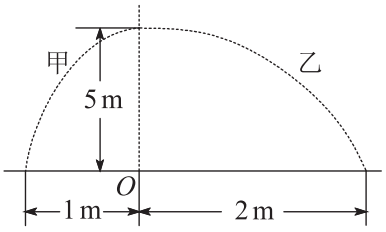
A.



B.



C.



D.

弹丸水平飞行爆炸时，在水平方向系统动量守恒，设 $m_{乙}=m$，则 $m_{甲}=3m$，故爆炸前水平方向总动量 $p=(3m+m)v=8m$。而爆炸后两弹片做平抛运动，由平抛运动规律：$h=\frac{1}{2}gt^2$，$x_{甲}=v_{甲}t$，$x_{乙}=v_{乙}t$。

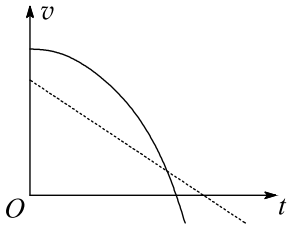
选项 A 中：$v_{甲}=2.5\,\mathrm{m/s}$，$v_{乙}=0.5\,\mathrm{m/s}$（向左），$p'=3m\times2.5+m\times(-0.5)=7m$，不满足动量守恒，A 错误；

选项 B 中：$v_{甲}=2.5\,\mathrm{m/s}$，$v_{乙}=0.5\,\mathrm{m/s}$，$p'=3m\times2.5+m\times0.5=8m$，满足动量守恒，B 正确；

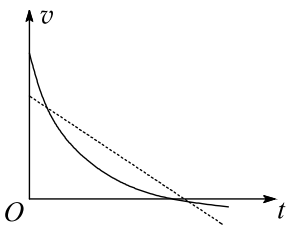
选项 C 中：$v_{甲}=2\,\mathrm{m/s}$，$v_{乙}=1\,\mathrm{m/s}$，$p'=3m\times2+m\times1=7m$，不满足动量守恒，C 错误；

选项 D 中：$v_{甲}=2\,\mathrm{m/s}$，$v_{乙}=1\,\mathrm{m/s}$（向左），$p'=3m\times2+m\times(-1)=6m$，不满足动量守恒，D 错误。

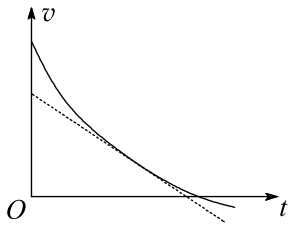
5. 以不同初速度将两个物体同时竖直向上抛出并开始计时，一个物体所受空气阻力可忽略，另一个物体所受空气阻力大小与物体速率成正比。下列用虚线和实线描述两物体运动的 $v-t$ 图象可能正确的是（D）



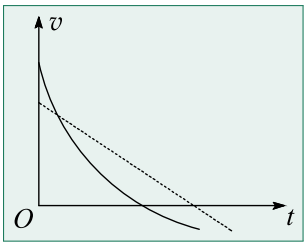
A.



B.



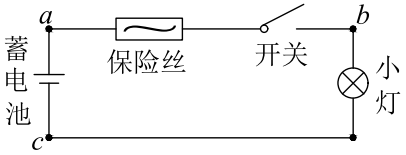
C.



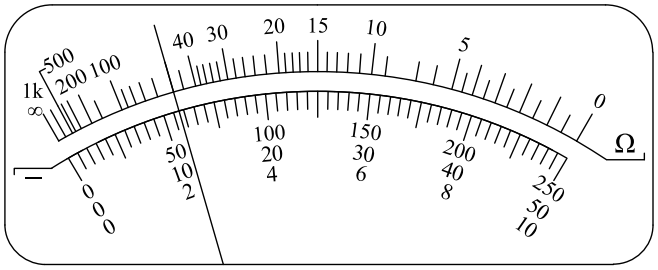
D.

竖直上抛运动不受空气阻力，做向上匀减速直线运动至最高点再向下自由落体运动，$v-t$ 图象是倾斜向下的直线，四个选项（虚线）均正确表示；有阻力 $F_f=kv$ 的上抛运动，上升时：$a_1=\frac{mg+kv}{m}$，随着 v 减小，加速度减小，对应的 $v-t$ 图线的斜率减小，A 错误；下落时：$a_2=\frac{mg-kv}{m}$，随着 v 增大，加速度减小，故在最高点时 $v=0$，$a=g$，对应的 $v-t$ 图线与轴的交点，其斜率应该等于 g，即过交点的切线应该与竖直上抛运动的直线（虚线）平行，选项 D 正确。

6. (1) 某照明电路出现故障，其电路如图 1 所示，该电路用标称值 12 V 的蓄电池为电源，导线及其接触完好。维修人员使用已调好的多用表直流 50 V 挡检测故障。他将黑表笔接在 c 点，用红表笔分别探测电路的 a、b 点。



甲
图 1



乙
图 2

① 断开开关，红表笔接 a 点时多用表指示如图 2 所示，读数为 11.5 V，说明蓄电池正常（选填：蓄电池、保险丝、开关、小灯）。

② 红表笔接 b 点，断开开关时，表针不偏转，闭合开关后，多用表指示仍然和图 2 相同，可判断发生故障的器件是小灯。（选填：蓄电池、保险丝、开关、小灯）

(2) 为了研究人们用绳索跨越山谷过程中绳索拉力的变化规律，同学们设计了如图 1 所示的实验装置。他们将不可伸长轻绳的两端通过测力计（不计质量及长度）固定在相距为 D 的两立柱上，固定点分别为 P 和 Q，P 低于 Q，绳长为 L（$L>PQ$）。他们首先在绳上距离 P 点 10 cm 处（标记为 C）系上质量为 m 的重物（不滑动），由测力计读出 PC、QC 的拉力大小 T_P、T_Q。随后，改变重物悬挂点 C 的位置，每次将 P 到 C 的距离增加 10 cm，并读出测力计的示数，最后得到 T_P、T_Q 与绳长 PC 的关系曲线如图 2 所示。由实验可知：

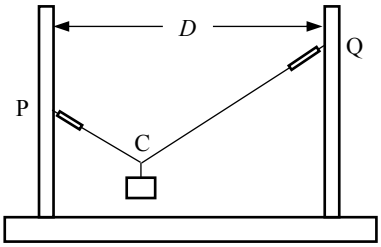


图 1

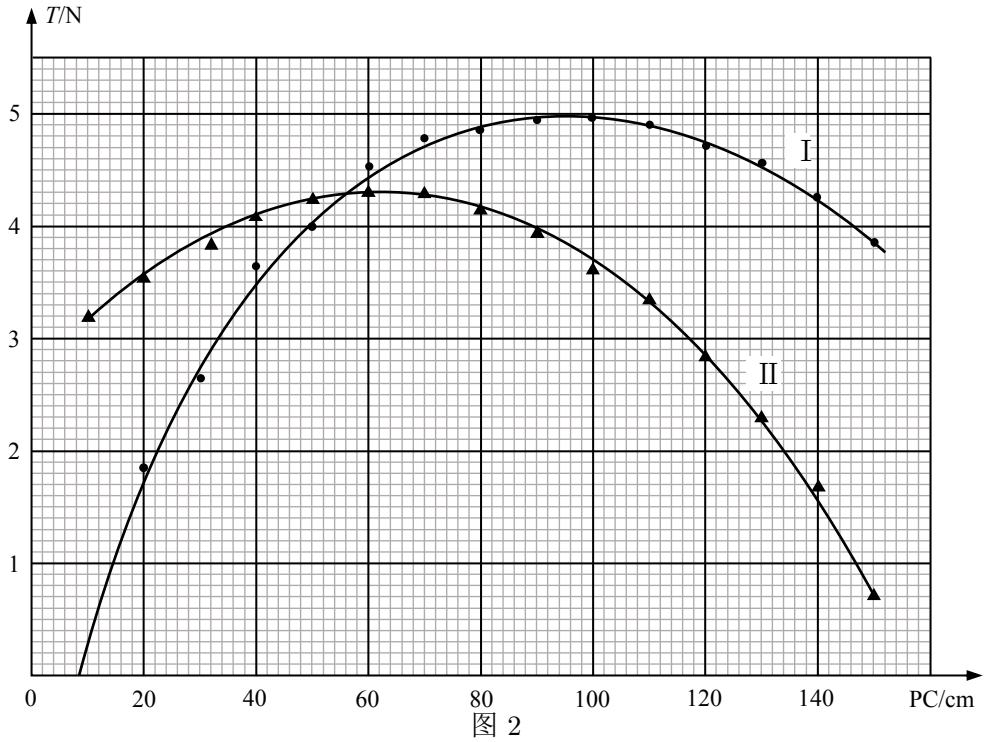


图 2

① 曲线 II 中拉力最大时，C 与 P 点的距离为 60 cm，该曲线为T_P（选填：T_P 或 T_Q）的曲线。

② 在重物从 P 移到 Q 的整个过程中，受到最大拉力的是 Q（选填：P 或 Q）点所在的立柱。

③ 曲线 I 、II 相交处，可读出绳的拉力为 T_0 =4.30 N，它与 L、D、m 和重力加速度 g 的关系为 $T_0 = \frac{mgL}{2\sqrt{L^2-D^2}}$。

(1) ① 11.5 V（11.2 ~ 11.8 均可）；蓄电池。②小灯。 (2) ① 60 cm（56 ~ 64 均可），T_P。② Q。③ 4.30 N（4.25 ~ 4.35 均可），$\frac{mgL}{2\sqrt{L^2-D^2}}$。

（1）①多用电表直流 50 V 的量程读中间均匀部分，共 50 格每格 1 V 应该估读到 0.1 V，指针在 11 ~ 12 之间，读数为 11.5 V。开关断开，相当于电压表并联在蓄电池两端，读出了蓄电池的电压，故蓄电池是正常的。

②两表笔接 b、c 之间，并闭合开关，测试电压相同，说明 a、b 之间是通路，b、c 之间是断路，故障器件是小灯。

（2）①由曲线Ⅱ的最高点拉力最大，对应的横坐标 $PC=60\,\mathrm{cm}$，设 PC 和 QC 与水平的夹角为 α 和 β，由 C 点的平衡可得：$T_P\cos\alpha=T_Q\cos\beta$，开始 C 点靠近 P 点，$\alpha>\beta$，则 $\frac{T_P}{T_Q}=\frac{\cos\beta}{\cos\alpha}>1$，即 $T_P>T_Q$，结合两曲线左侧部分，Ⅱ曲线靠上则为 T_P 的曲线。

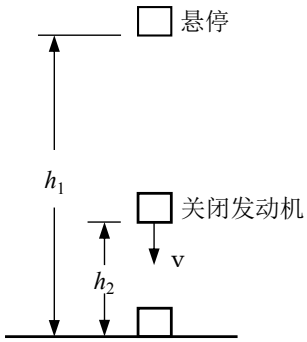
②比较两图象的顶点大小可知，Ⅰ曲线的最高点更大，代表 Q 有最大拉力。

③两曲线的交点表示左右的绳拉力大小相等，读出纵坐标为 $T_P=T_Q=4.30\,\mathrm{N}$，设 CQ 绳与立柱的夹角为 θ，延长 CQ 线交另立柱上，构成直角三角形，则 $\cos\theta=\frac{\sqrt{L^2-D^2}}{L}$，由力的平衡可知 $2T_Q\cos\theta=mg$，则 $T_Q=\frac{mg}{2\cos\theta}=\frac{mgL}{2\sqrt{L^2-D^2}}$。

7. 如图所示为“嫦娥三号”探测器在月球上着陆最后阶段的示意图。首先在发动机作用下，探测器受到推力在距月面高度为 h_1 处悬停（速度为 0，h_1 远小于月球半径）；接着推力改变，探测器开始竖直下降，到达距月面高度为 h_2 处的速度为 v；此后发动机关闭，探测器仅受重力下落到月面。已知探测器总质量为 m（不包括燃料），地球和月球的半径比为 k_1，质量比为 k_2，地球表面附近的重力加速度为 g。求：

(1) 月球表面附近的重力加速度大小及探测器刚接触月面时的速度大小；

(2) 从开始竖直下降到刚接触月面时，探测器机械能的变化。



(1) $g'=\frac{k_1^2}{k_2}g$，$v_t=\sqrt{v^2+\frac{2k_1^2gh_2}{k_2}}$　(2) $\Delta E=\frac{1}{2}mv^2-\frac{k_1^2}{k_2}mg(h_1-h_2)$

（1）设地球质量和半径分别为 M 和 R，月球的质量、半径和表面附近的重力加速度分别为 M'、R' 和 g'，探测器刚接触月面时的速度大小为 v_1。

由 $mg'=G\frac{M'm}{R'^2}$ 和 $mg=G\frac{Mm}{R^2}$ 得 $g'=\frac{k_1^2}{k_2}g$

由 $v_t^2-v^2=2g'h_2$ 得 $v_t=\sqrt{v^2+\frac{2k_1^2gh_2}{k_2}}$

（2）设机械能变化量为 ΔE，动能变化量为 ΔE_k，重力势能变化量为 ΔE_P。

由 $\Delta E=\Delta E_k+\Delta E_P$

有 $\Delta E=\frac{1}{2}m(v^2+\frac{2k_1^2gh_2}{k_2})+m\frac{k_1^2}{k_2}gh_1$

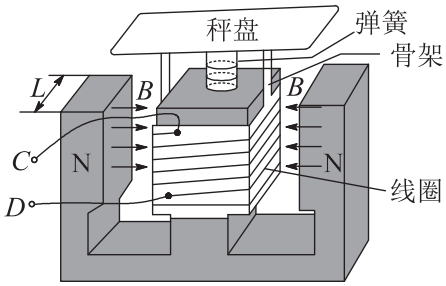
得：$\Delta E=\frac{1}{2}mv^2-\frac{k_1^2}{k_2}mg(h_1-h_2)$

8. 某电子天平原理如图所示，E 形磁铁的两侧为 N 极，中心为 S 极，两极间的磁感应强度大小均为 B，磁极宽度均为 L，忽略边缘效应。一正方形线圈套于中心磁极，其骨架与秤盘连为一体，线圈两端 C、D 与外电路连接。当质量为 m 的重物放在秤盘上时，弹簧被压缩，秤盘和线圈一起向下运动（骨架与磁极不接触）随后外电路对线圈供电，秤盘和线圈恢复到未放重物时的位置并静止，由此时对应的供电电流 I 可确定重物的质量。已知线圈匝数为 n，线圈电阻为 R，重力加速度为 g。问：

(1) 线圈向下运动过程中，线圈中感应电流是从 C 端还是从 D 端流出？

(2) 供电电流 I 是从 C 端还是从 D 端流入？求重物质量与电流的关系。

(3) 若线圈消耗的最大功率为 P，该电子天平能称量的最大质量是多少？



(1) 感应电流从 C 端流出　(2) 外加电流从 D 端流入，$m=\frac{2nBL}{g}I$　(3) $m_0=\frac{2nBL}{g}\sqrt{\frac{P}{R}}$

（1）感应电流从 C 端流出。

（2）设线圈受到的安培力为 F_A，外加电流从 D 点流入。

由 $F_A=mg$ 和 $F_A=2nBIL$ 得：$m=\frac{2nBL}{g}I$

（3）设称量最大质量为 m_0

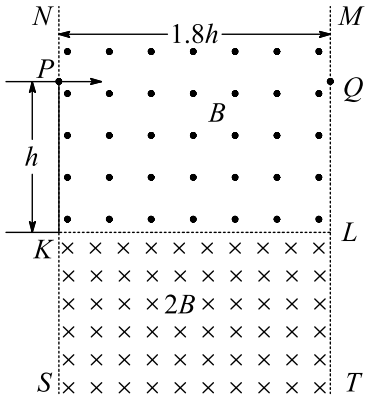
由 $m=\frac{2nBL}{g}I$ 和 $P=I^2R$ 得：$m_0=\frac{2nBL}{g}\sqrt{\frac{P}{R}}$

9. 如图所示，在无限长的竖直边界 NS 和 MT 间充满匀强电场，同时该区域上、下部分分别充满方向垂直于 NSTM 平面向外和向内的匀强磁场，磁感应强度大小分别为 B 和 $2B$，KL 为上下磁场的水平分界线，在 NS 和 MT 边界上，距 KL 高 h 处分别有 P、Q 两点，NS 和 MT 间距为 $1.8h$。质量为 m、带电量为 $+q$ 的粒子从 P 点垂直于 NS 边界射入该区域，在两边界之间做圆周运动，重力加速度为 g。

(1) 求该电场强度的大小和方向；

(2) 要使粒子不从 NS 边界飞出，求粒子入射速度的最小值；

(3) 若粒子能经过 Q 点从 MT 边界飞出，求粒子入射速度的所有可能值。



(1) $E=\frac{mg}{q}$，方向竖直向上；(2) $(9-6\sqrt{2})\frac{Bqh}{m}$；(3) 可能的速度有三个：$\frac{0.68Bqh}{m}$，$\frac{0.545Bqh}{m}$，$\frac{0.52Bqh}{m}$。

（1）设电场强度大小为 E，由题意有 $mg=qE$，得 $E=\frac{mg}{q}$，方向竖直向上。

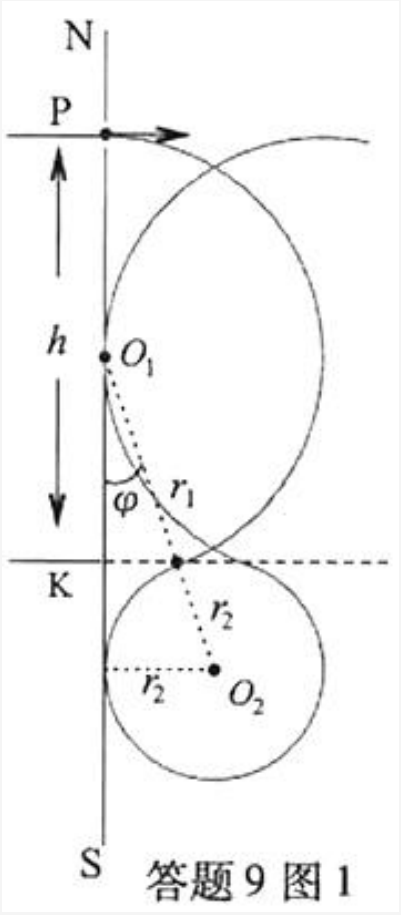
（2）如答题 9 图 1 所示，设粒子不从 NS 边飞出的入射速度最小值为 $v_{\min}$，对应的粒子在上、下区域的运动半径分别为 r_1 和 r_2，圆心的连线与 NS 的夹角为 φ。

由 $r=\frac{mv}{qB}$

有 $r_1=\frac{mv_{\min}}{qB}$，$r_2=\frac{1}{2}r_1$

由 $(r_1+r_2)\sin\varphi=r_2$

$r_1+r_1\cos\varphi=h$



答题 9 图 1

$v_{\min} = (9 - 6\sqrt{2})\frac{qBh}{m}$

（3）如答题 9 图 2 所示，设粒子入射速度为 v，粒子在上、下方区域的运动半径分别为 r_1 和 r_2，粒子第一次通过 KL 时距离 K 点为 x，由题意有 $3nx = 1.8h(n = 1, 2, 3, \cdots)$

$\frac{3}{2}x \geq \frac{(9-6\sqrt{2})h}{2}$

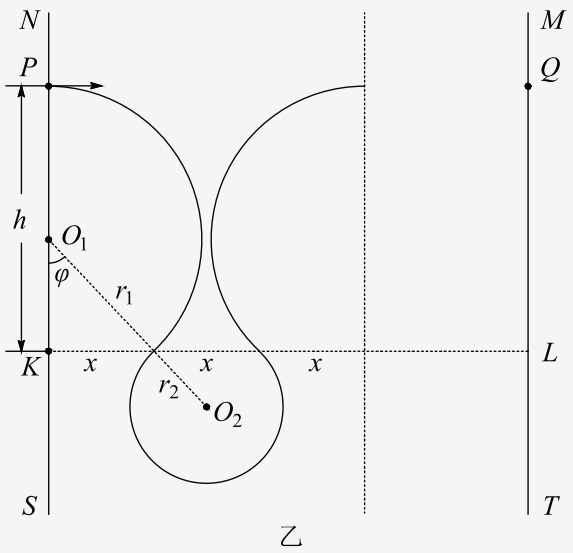
得 $x = \sqrt{r_1^2 - (h - r_1)^2}$

得 $r_1 = (1 + \frac{0.36}{n^2})\frac{h}{2}, \quad n < 3.5$

即 $n = 1$ 时 $v = \frac{0.68Bqh}{m}$

$n = 2$ 时 $v = \frac{0.545Bqh}{m}$

$n = 3$ 时 $v = \frac{0.52Bqh}{m}$



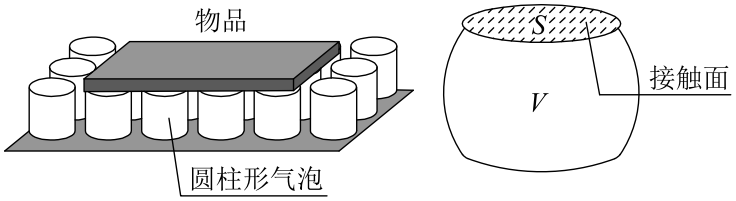
乙

10. (1) 重庆出租车常以天然气作为燃料，加气站储气罐中天然气的温度随气温升高的过程中，若储气罐内气体体积及质量均不变，则罐内气体（可视为理想气体）(B)

A. 压强增大，内能减小　　B. 吸收热量，内能增大

C. 压强减小，分子平均动能增大　　D. 对外做功，分子平均动能减小

(2) 如图所示为一种减震垫，上面布满了圆柱状薄膜气泡，每个气泡内充满体积为 V_0、压强为 p_0 的气体。当平板状物品平放在气泡上时，气泡被压缩。若气泡内气体可视为理想气体，其温度保持不变。当体积压缩到 V 时气泡与物品接触面的边界为 S。求此时每个气泡内气体对接触面处薄膜的压力。



(1) B　(2) $\frac{V_0}{V}p_0S$

（1）对理想气体由 $pV=nRT$ 可知体积和质量不变，温度升高时，压强增大，选项 C 错误；理想气体的内能只有分子动能，而温度是分子平均动能的标志，故温度升高，分子平均动能增大，内能增大，选项 A、D 错误；体积不变，故 $W=0$，由热力学第一定律 $\Delta U=Q+W$ 可知，吸热内能增大，选项 B 正确。

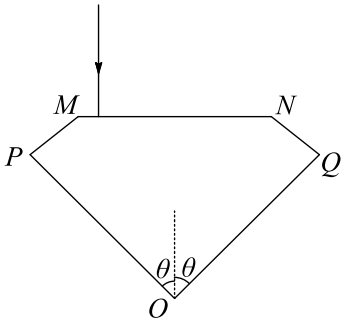
（2）设压力为 F，压缩后气体压强为 p

由等温过程：$p_0V_0=pV$

$F=pS$

解得：$F=\frac{V_0}{V}p_0S$

11. (1) 打磨某剖面如图所示的宝石时，必须将 OP、OQ 边与轴线的夹角 θ 切割在 $\theta_1 < \theta < \theta_2$ 的范围内，才能使从 MN 边垂直入射的光线，在 OP 边和 OQ 边都发生全反射（仅考虑如图所示的光线第一次射到 OP 边并反射到 OQ 边后射向 MN 边的情况），则下列判断正确的是 (D)



甲

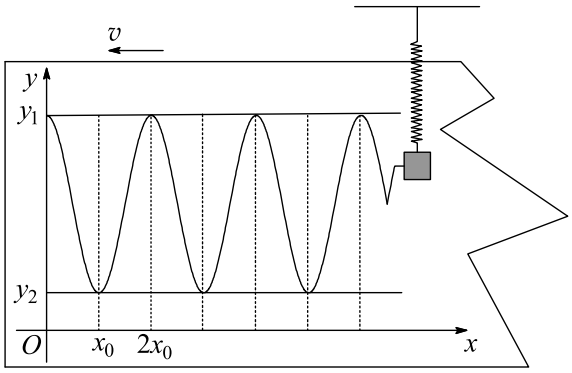
A. 若 $\theta > \theta_2$，光线一定在 OP 边发生全反射

B. 若 $\theta > \theta_2$，光线会从 OQ 边射出

C. 若 $\theta < \theta_1$，光线会从 OQ 边射出

D. 若 $\theta < \theta_1$，光线会在 OP 边发生全反射

(2) 一竖直悬挂的弹簧振子，下端装有一记录笔，在竖直面内放置有一记录纸。当振子上下振动时，以速率 v 水平向左拉动记录纸，记录笔在纸上留下如图所示的图象。y_1、y_2、x_0、$2x_0$ 为纸上印迹的位置坐标。由此求振动的周期和振幅。



乙

(1) D (2) $T = \frac{2x_0}{v}$，$A = \frac{y_1 - y_2}{2}$

（1）由全反射的临界角满足 $\sin C = 1/n$，则入射角满足 $i \geqslant C$ 发生全反射；作出光路可知光线垂直穿过 MN 后到达 OP 的入射角为 $90° - \theta$，则 θ 越小，越容易发生全反射。选项 D 正确。

（2）设周期为 T，振幅为 A

由题意得 $T = \frac{2x_0}{v}$ 和 $A = \frac{y_1 - y_2}{2}$