

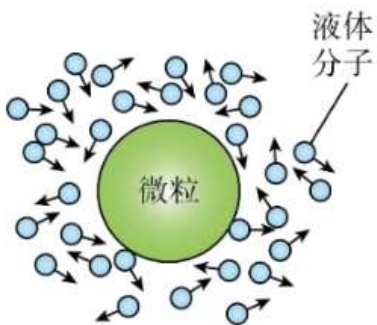


一、单选题（每小题 3 分，共 42 分）

1. 在核反应方程 ${}^4_2\text{He} + {}^{14}_7\text{N} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + \text{X}$ 中，X 表示的是（ ）

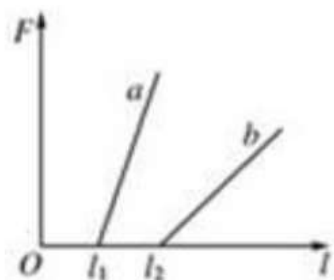
- A. ${}^1_1\text{H}$ B. ${}^0_{-1}\text{e}$ C. ${}^4_2\text{He}$ D. ${}^1_0\text{n}$

2. 如图描绘了一颗悬浮微粒受到周围液体分子撞击的情景，以下关于布朗运动的说法正确的是（ ）



- A. 悬浮微粒越大，液体分子撞击作用的不平衡性表现得越明显
 B. 布朗运动就是液体分子的无规则运动
 C. 悬浮微粒的无规则运动，是悬浮微粒分子的无规则运动的结果
 D. 液体温度越高，悬浮微粒运动越剧烈

3. 一个实验小组在“探究弹力和弹簧伸长的关系”的实验中，使用两条不同的轻质弹簧 a 和 b 来做实验，得到弹力与弹簧长度的关系图象如右图所示。下列表述正确的是（ ）



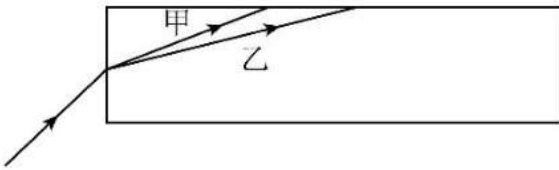
- A. 测得的弹力与弹簧的长度成正比 B. 挂同样重的物体， a 的伸长量比 b 的伸长量更大
 C. a 的劲度系数比 b 的大 D. a 的原长比 b 的长

4. “拔火罐”是我国传统医学的一种治疗手段。操作时，医生用点燃的酒精棉球加热一个小罐内的空气，随后迅速把小罐倒扣在需要治疗的部位，冷却后小罐便紧贴在皮肤上，如图所示。小罐倒扣在身体上后，在罐中气体逐渐冷却的过程中，罐中气体质量和体积均可视为不变。若罐中气体可视为理想气体，下列说法正确的是（ ）



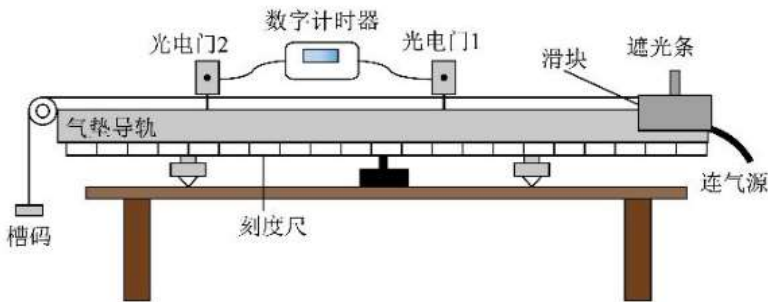
- A. 罐中气体压强减小 B. 罐中单位体积内气体分子数减少
C. 罐中气体分子的平均动能不变 D. 罐中气体的内能增大

5. 如图所示，由甲、乙两种单色光组成的一束光，从一根长直的光纤端面以 45° 射入，如图所示，则可以准确判断出（ ）



- A. 光纤对甲光的折射率大于对乙光的折射率
B. 甲光频率高于乙光频率
C. 增大入射角，甲乙两种光都有可能在光纤端面发生全反射
D. 甲光在光纤中的传播速度更大

6. 如图所示，用气垫导轨测量滑块的速度和加速度，滑块上安装了宽度为 d 的遮光条。滑块做匀变速运动先后通过两个光电门，配套的数字计时器记录了遮光条通过光电门 1 的时间 t_1 ，通过光电门 2 的时间 t_2 ，遮光条从光电门 1 到光电门 2 的时间为 t ， t_1 和 t_2 均远小于 t ，下列说法正确的是（ ）



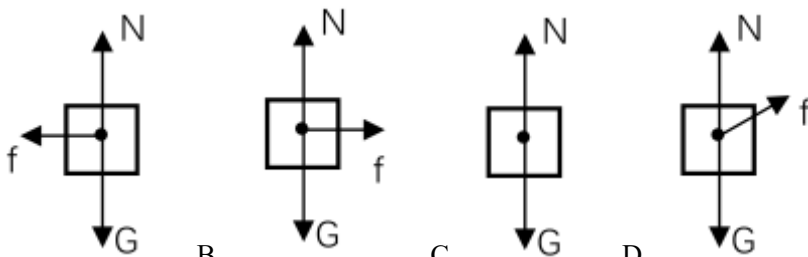
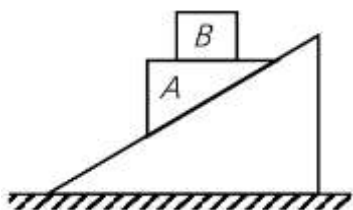
- A. 测得滑块在两个光电门之间的平均速度为 $\frac{d}{t_1 - t_2}$ B. 测得滑块在两个光电门之间的平均速度为 $\frac{d}{t}$
C. 测得滑块的加速度为 $\frac{d(t_1 + t_2)}{tt_1t_2}$ D. 测得滑块的加速度为 $\frac{d(t_1 - t_2)}{tt_1t_2}$

7. 物理学家在建立物理概念、探究物理规律的过程中应用了许多思想方法，以下叙述**不正确**的是（ ）

- A. 在研究弹力时，通过激光笔、平面镜观察桌面形变，应用了微小量放大法
B. 在不需要考虑物体本身的大小和形状时，用质点来代替物体的方法是控制变量法
C. 根据平均速度 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ ，当 Δt 很小时， $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ 就可以表示物体在 t 时刻的瞬时速度，这里应用了极限思想

D. 在推导匀变速直线运动位移公式时，把整个运动过程划分成很多小段，每一小段近似看作匀速直线运动，然后把各小段的位移相加，这里应用了微元累积法

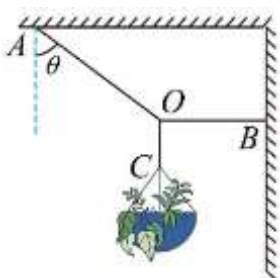
8. 如图，光滑斜面固定于水平面上，滑块 A 、 B 叠放在一起， A 上表面水平。当滑块 A 、 B 一起由静止开始沿斜面下滑时， A 、 B 始终保持相对静止。在下滑过程中， B 受力的示意图为 ()



- A. B. C. D.

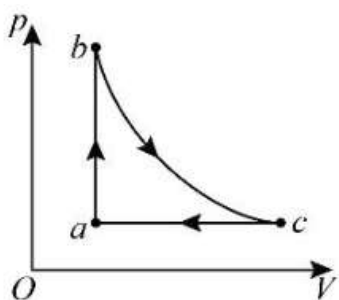


9. 如图所示，两根细绳 AO 和 BO 连接于 O 点， O 点的下方用细绳 CO 悬挂一花盆并处于静止状态。在保持 O 点位置不动的情况下，调整细绳 BO 的长度使悬点 B 在竖直墙壁上向上移动，此过程中绳 AO 受到的拉力 ()



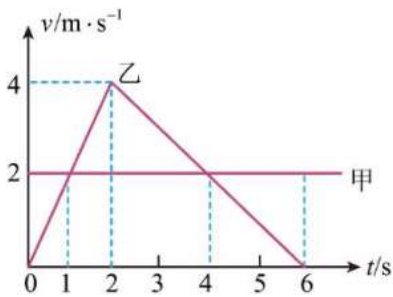
- A. 逐渐增大 B. 先增大后减小 C. 逐渐减小 D. 先减小后增大

10. 如图所示，一定质量的理想气体从状态 a 经过等容、等温、等压三个过程，先后达到状态 b 、 c ，再回到状态 a 。下列说法正确的是 ()



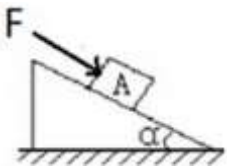
- A. 在过程 $a \rightarrow b$ 中气体内能减少 B. 在过程 $b \rightarrow c$ 中气体从外界吸热
C. 在过程 $b \rightarrow c$ 中气体的内能增加 D. 在过程 $c \rightarrow a$ 中气体的温度升高

11. 在同一地点，甲、乙两个物体沿同一方向作直线运动的速度—时间图像如图，则 ()



- A. 乙物体先向前运动 2s，随后作向后运动 B. 两物体只在 2s 末相遇一次
 C. 两个物体甲在乙前相距最远的时刻是 4s 末 D. 从第 4s 末到第 6s 末，乙在甲前面

12. 如图所示，一质量为 m 的物体在沿斜面向下的外力 F 作用下恰能在倾角为 α ，质量为 M 的斜面体上匀速下滑。下列说法正确的是 ()



- A. 物体受斜面体的摩擦力为 $mg \sin \alpha - F$
 B. 斜面体受地面支持力为 $(M + m)g$
 C. 斜面体受地面的摩擦力方向水平向左，大小为 $F \cos \alpha$
 D. 斜面体受地面的摩擦力大小为 0

13. 早在 16 世纪末，伽利略就设计了如图所示的“斜面实验”，当时只能靠滴水计时。伽利略在《关于两门新科学的对话》中写道：“我们将木板的一头抬高，使之略呈倾斜，再让铜球由静止滚下……为了测量时间，我们把一只盛水的大容器置于高处，在容器底部焊上一根口径很细的管子，用小杯子收集每次下降时由细管流出的水，然后用极精密的天平称水的重量……”若将小球由静止滚下的距离记为 L ，对应时间内收集的水的质量记为 m ，则 L 与 m 的比例关系为 ()



- A. $L \propto m$ B. $L \propto m^2$ C. $L \propto \frac{1}{m^2}$ D. $L \propto \frac{1}{m}$

14. 利用水滴下落可以粗略测量重力加速度 g 的大小。某同学调节家中水龙头，让水一滴一滴地流出，在水龙头的正下方放一个盘子，调整盘子的高度，使一滴水刚碰到盘子时，恰好有另一滴水刚开始下落，而空中还有一滴水正在下落。测出此时出水口到盘子的高度为 h ，从第 1 滴水开始下落到第 n 滴水刚落至盘中所用时间为 t 。下列说法正确的是 ()

- A. 第 1 滴水刚落至盘中时，第 2 滴水距盘子的距离为 h 的一半
 B. 相邻两滴水开始下落的时间间隔为 $\frac{t}{n-1}$

C. 每滴水在空中的下落时间为 $\frac{2t}{n+1}$

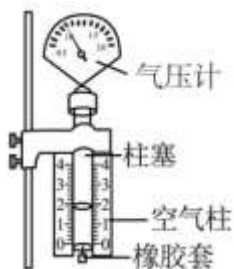
D. 此地重力加速度的大小为 $\frac{h(n-1)^2}{2t^2}$

二、实验题（每空 2 分，共 18 分）

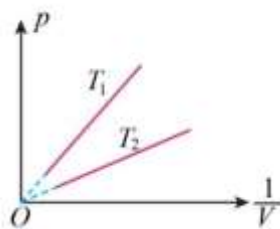
15. (2 分) 在做“用油膜法估测分子大小”的实验中，通过测算得到一滴油酸酒精溶液中纯油酸的体积为 V ，将一滴这种溶液滴在浅盘中的水面上，形成面积为 S 的单分子油膜层。

用以上字母表示油酸分子直径的大小 $d =$ _____。

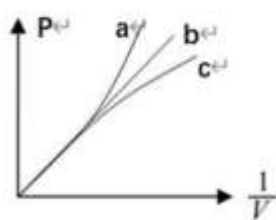
16. (6 分) 晓萌同学利用如图甲所示的装置探究气体等温变化的规律，她在注射器中密封了一定质量的气体。



甲



乙



丙



(1) 下列实验操作中正确的是 _____。

- A. 密封气体前，在活塞上均匀涂抹润滑油
- B. 推拉活塞时，用手握住注射器气体部分
- C. 实验时缓慢移动活塞

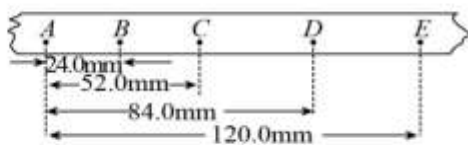
(2) 晓雯同学在不同温度下进行了两次实验，得到的 $p - \frac{1}{V}$ 图象如图乙所示，由图可知一定质量的气体，在温度保持不变的条件下，压强与体积成反比。进一步分析可知两次实验的温度大小关系为 T_1 _____ T_2 (选填“<”“=”或“>”)。

(3) 某同学在实验操作过程中，不小心用手握住了注射器的空气柱部分，那么该同学可能得到的 $p - \frac{1}{V}$ 图像是图丙中的 _____。

17. (4 分) 某实验小组利用图甲所示的装置探究小车做匀变速直线运动的规律：



甲



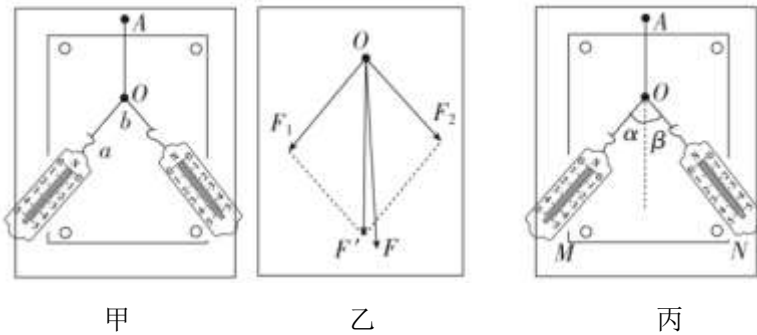
乙

图乙为该小组得到的一条纸带，相邻两个记数点间还有四个点未画出，所用交流电的频率为 50Hz，根据

图乙已知数据可计算出打 B 点时小车的运动速度 $v_B =$ _____ m/s，小车运动的加速度 $a =$ _____ m/s²（结果均保留两位有效数字）。

18.（6分）在“探究两个互称角度的力的合成规律”实验中，某同学进行实验的主要步骤是：

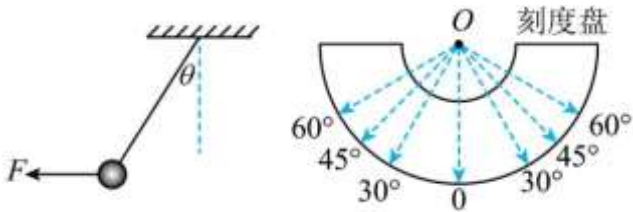
- 如图甲所示，将橡皮筋的一端固定在木板上的 A 点，另一端拴上两根绳套，每根绳套分别连着一个弹簧测力计。
- 分别沿着两个方向同时拉弹簧测力计，将橡皮筋的活动端拉到某一位置，将此位置标记为 O 点，读取此时弹簧测力计的示数，分别记录两个拉力 F_1 、 F_2 的大小，用笔在两绳的拉力方向上分别标记 a、b 两点，并分别将其与 O 点连接，表示两力的方向。
- 再用一个弹簧测力计将橡皮筋的活动端仍拉至 O 点，记录其拉力 F 的大小并用上述方法记录其方向。



- 用一个弹簧测力计将橡皮筋的活动端仍拉至 O 点，这样做的目的是_____。
- 图乙是在白纸上根据实验数据作出的力的图示，其中_____（选填 F 或 F' ）是 F_1 和 F_2 合力的实际测量值。
- 实验中的一次测量如图丙所示，两个测力计 M、N 的拉力方向互相垂直，即 $\alpha + \beta = 90^\circ$ 。若保持测力计 N 的读数不变，当角 β 由图中所示的值逐渐减小时，要使橡皮筋的活动端仍在 O 点，可采用的办法是（ ）
 - 减小 M 的读数，减小 α 角
 - 增大 M 的读数，减小 α 角
 - 减小 M 的读数，增大 α 角
 - 增大 M 的读数，增大 α 角

三、计算论述题（共 40 分，要求有必要文字说明，列原始方程）

19.（10分）小明同学设计了风力测量仪可以直接测量风力的大小。测量仪中有一轻质金属丝悬挂着一个金属球，无风时金属丝自由下垂，当受到沿水平方向吹来的风时，金属丝与竖直方向的夹角为 θ ，如图所示。若小球质量 m ，当地的重力加速度为 g 。



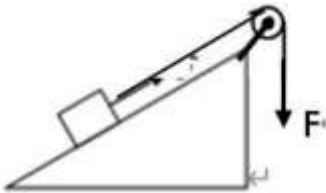
求：

- 金属丝对小球的拉力 T 的大小；

(2) 此时小球所受风力 F 的大小；

(3) 将不同角度对应的风力标在刻度盘上，就可利用此装置直接测量风力，试说明小球所受风力的大小在圆弧上的刻度是否均匀分布？

20. (10分) 如图所示，一质量为 m 的货物单独放在斜面上会沿斜面加速下滑。一位工人要将该货物运送到斜面顶端，通过定滑轮给货物施加了一个与斜面平行的拉力 F (未知)。货物恰匀速向上运动。已知斜面倾角为 30° ，货物与斜面间的动摩擦因数为 μ ，重力加速度为 g 。可认为最大摩擦力等于滑动摩擦力。



(1) 画出货物受力分析图；

(2) 求拉力 F 的大小；

(3) 若要使货物静止在斜面上，给货物施加的沿斜面方向的拉力至少多大？

21. (10分) (1) 假如有一水滴从 100m 高空由静止落向地面，若忽略空气阻力，计算：该水滴落地时的速度 v 。 $g = 10\text{m/s}^2$ 。

(2) 但是雨滴落到地面的速度通常仅为几米每秒，这与雨滴下落过程中受到空气阻力有关。将雨滴看作半径为 r 的球体，设其竖直落向地面的过程中所受空气阻力 $f = kr^2v^2$ ，其中 v 是雨滴的速度， k 是比例系数。雨滴间无相互作用且雨滴质量不变，重力加速度为 g 。



a. 雨滴下落高度足够高，画出雨滴下落过程的速度随时间变化的 $v-t$ 图象；

b. 设雨滴的密度为 ρ ，推导雨滴下落趋近的最大速度 v_m 与半径 r 的关系式；

c. 分析说明，半径分别为 r_1 和 r_2 的两雨滴 ($r_1 > r_2$) 从同一高度由静止下落，谁先到达地面？

22. 微观世界往往与宏观世界遵循着相似的规律，所以在科学研究中，科学家经常通过宏观世界中某些事物遵循的规律来类比研究微观世界。

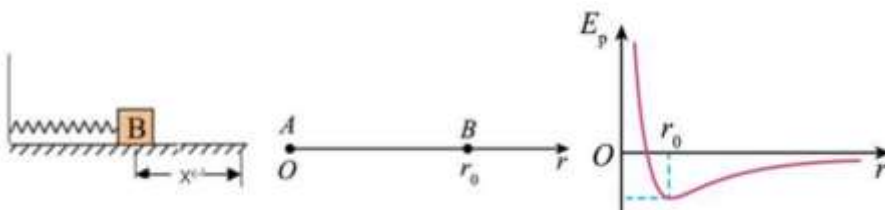


图 1

图 2

图 3

(1) 我们都知道，物体在只有弹簧弹力做功的情况下，物体的动能和弹簧的弹性势能发生相互转化，系

统总机械能保持不变。若弹性势能表达式 $E_p = \frac{kx^2}{2}$ (k 为弹簧的劲度系数, x 为形变量)。

如图 1 所示, 一个与已知劲度系数为 k 的轻质弹簧连接的物块 B , 质量为 m , 静止于光滑水平面上, 轻质弹簧另一端固定。现将物块 B 拉离平衡位置 x , 然后释放, 忽略空气阻力, B 的运动为简谐运动, 求物块 B 在运动过程中获得的最大动能 E_{km} 。

(2) 如图 2 所示, A 、 B 为某种双原子分子中的两原子, 以 A 原子为原点, 沿两原子连线建立 x 轴。如果选取两个原子相距无穷远时的势能为零, 则两个原子之间的势能 E 。与它们之间距离 r 的 $E_p - r$ 关系图线如图 3 所示。

a. 说明 $E_p - r$ 关系图线的切线斜率的大小及正负描述的物理意义

b. 由图 3 中可知, 两原子间距离为 r_0 时, 势能最小, 假设原子 A 固定不动, 原子 B 在 r_0 附近的振动近似看作简谐运动, 其振动的范围为 $r_0 - b \leq r \leq r_0 + b$, 其中 b 远小于 r_0 。已知在 r_0 点附近 E_p 随 r 变化的规律

可近似写作 $E_p = E_{p0} + \frac{k}{2}(r - r_0)^2$, 式中 E_{p0} 和 k 均为常量且已知。计算原子 B 在其振动范围内振动过程的最大动能 (用 k 和 b 表示)。

c. 为了进一步理解温度变化对物体体积的影响, 将分子平均动能简化成 B 原子在振动过程中的最大动能。请结合温度是分子平均动能的标志, 即 $T = a\bar{E}_k$ (a 为物理常量, \bar{E}_k 为分子热运动的平均动能), 依据结果分析温度对物体体积的影响。



参考答案

一、1. A 2. D 3. C 4. A 5. D 6. D 7. B
8. A 9. C 10. B 11. D 12. C 13. B 14. C

二、实验题：（每空 2 分，共 18 分）

15. $\frac{V}{S}$ 16. (1) AC (2) >

(3) a 17. (1) 0.26; (2) 0.40

18. (1) 与 F_1 、 F_2 共同作用的效果相同 (2) F (3) A

三、计算题（每题 10 分，共 40 分）

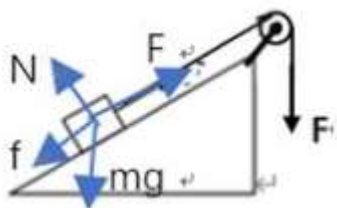
19. (1) 对小球受力分析，如图所示

由平衡条件得，此时金属丝对小球的拉力 T 的大小为 $\frac{mg}{T} = \cos \theta$ 解得 $T = \frac{mg}{\cos \theta}$

(2) 由平衡条件得，此时小球所受风力的大小为 $F = mg \tan \theta$

(3) 由风力与轻绳的摆角关系可知，随着角度的增大，小球所受风力的大小在圆弧上的刻度线分布越来越密，所以刻度分布不均匀。

20. (1) 受力分析如图



(2) 根据货物受力平衡，有： $mg \sin \theta + \mu N = F$ $N = mg \cos \theta$

两式联立，可得： $F = \left(\frac{1 + \sqrt{3}\mu}{2} \right) mg$

(3) 临界状态：摩擦力沿斜面向上切达最大静摩擦力：有 $mg \sin \theta = \mu N + F_{\min}$ $N = mg \cos \theta$

联立两式，可得 $F_{\min} = \left(\frac{1 - \sqrt{3}\mu}{2} \right) mg$

21. (1) 对水滴下落，忽略阻力，做自由落体运动，根据 $2gh = v^2$ 可得 $v = 20\sqrt{5} \text{ m/s}$

(2)

a.





b. 半径为 r 的雨滴体积为: $V = \frac{4}{3}\pi r^3$, 其质量为 $m = \rho V$

当雨滴的重力与阻力相等时速度最大, 设最大速度为 v_m , 则有: $mg = f$

其中 $f = kr^2v_m^2$

联立以上各式解得: $v_m = \sqrt{\frac{\pi r \rho g}{3k}}$

c. 由对雨滴列牛顿第二定律方程可得 $mg - kr^2v^2 = ma$ 得 $a = g - \frac{3kv^2}{4\rho\pi r}$ 所以同样速度情况下半径越大的

加速度越大, 速度增加越快, 且根据 b 的结论可知, 半径越大的雨滴最大速度越大, 所以下落同样高度, 半径大的 r_1 先到达地面。

22. (1) a. 根据机械能守恒定律, 可得 $E_{km} = \frac{kx^2}{2}$;

(2) a. 图像的斜率的绝对值表示分子力的大小, 斜率为正表示分子间为引力, 斜率为负表示分子间为斥力。

b. 由题意可知, 原子 B 处于 $r_1 = r_0$ 处时, 系统的动能为最大值, 设为 E_{k1} , 系统的势能为最小值, 设为

$$E_{p1}, \text{ 则有 } E_{p1} = E_{p0} + \frac{k}{2}(r_1 - r_0)^2 = E_{p0}$$

原子 B 处于 $r_2 = r_0 - b$ 处时, 系统的动能为 0, 系统的势能为最大值, 设为 E_{p2} , 则有

$$E_{p2} = E_{p0} + \frac{k}{2}(r_2 - r_0)^2 = E_{p0} + \frac{1}{2}kb^2$$

根据能量守恒定律可得 $E_{p1} + E_{k1} = E_{p2} + 0$

$$\text{解得 } E_{k1} = \frac{1}{2}kb^2$$

c. 由于温度是分子平均动能的标志, 即有 $T = a\bar{E}_k$

由于可以将分子平均动能简化成 B 原子在振动过程中的最大动能, 则有 $T = \frac{1}{2}akb^2$

由于 a 为物理常量, 根据上述可知, 当温度升高时, b 增大, 宏观上表现为物体的体积增大, 温度降低时, b 减小, 宏观上表现为物体的体积减小。

