



第十五章 热学

第1讲 分子动理论 内能

徐敏峰 2024.02.21

第1讲 分子动理论 内能

考点一 微观量估算的两种“模型”

考向1 微观量估算的球体模型

考向2 微观量估算的立方体模型

考点二 布朗运动与分子热运动

考向1 布朗运动的特点及应用

考向2 分子热运动的特点及应用

考点三 分子间作用力、分子势能和内能

考点一 微观量估算的两种“模型”

1.分子的大小

(1)分子的直径(视为球模型): 数量级为_____ m;

(2)分子的质量: 数量级为 10^{-26} kg.

2.阿伏加德罗常数

(1)1 mol的任何物质都含有相同的粒子数.通常可取 $N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$;

(2)阿伏加德罗常数是联系宏观物理量和微观物理量的桥梁.

考点一 微观量估算的两种“模型”

	质量	体积
固体		
液体		
气体		

考向1 微观量估算的球体模型

例1 (2023·宁夏银川二中质检)浙江大学高分子系高超教授的课题组制备出了一种超轻气凝胶,它刷新了目前世界上最轻材料的记录,弹性和吸油能力令人惊喜.这种固态材料密度仅为空气密度的 $\frac{1}{6}$,设气凝胶的密度为 ρ ,摩尔质量为 M ,阿伏加德罗常数为 N_A ,则下列说法不正确的是()

A. a 千克气凝胶所含分子数为 $N =$

B. 气凝胶的摩尔体积为 $V_{\text{mol}} =$

C. 每个气凝胶分子的体积为 $V_0 =$

D. 每个气凝胶分子的直径为 $d =$

考向2 微观量估算的立方体模型

例2 (2023·河北衡水市月考)轿车中的安全气囊能有效保障驾乘人员的安全.轿车在发生一定强度的碰撞时,叠氮化钠(亦称“三氮化钠”,化学式 NaN_3)受撞击完全分解产生钠和氮气而充入气囊.若充入氮气后安全气囊的容积 $V = 56 \text{ L}$,气囊中氮气的密度 $\rho = 1.25 \text{ kg/m}^3$,已知氮气的摩尔质量 $M = 28 \text{ g/mol}$,阿伏加德罗常数 $N_A = 6 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$,请估算:(结果均保留一位有效数字)

- (1)一个氮气分子的质量 m ;
- (2)气囊中氮气分子的总个数 N ;
- (3)气囊中氮气分子间的平均距离 r .



考点二 布朗运动与分子热运动

1. 扩散现象

(1) 扩散现象是相互接触的不同物质彼此进入对方的现象.

(2) 扩散现象就是分子的运动, 发生在固体、液体、气体任何两种物质之间.

(3) 温度_____, 扩散越快.

2. 布朗运动

(1) 布朗运动是悬浮在液体(或气体)中的微粒的无规则运动.

(2) 布朗运动_____分子的运动, 但它反映了液体(或气体)分子的无规则运动.

(3) 微粒_____, 温度_____, 布朗运动越明显.

3. 分子热运动

分子做永不停息的无规则运动.

考向1 布朗运动的特点及应用

例3 气溶胶是指悬浮在气体介质中的固态或液态颗粒所组成的气态分散系统, 这些固态或液态颗粒在气体介质中做布朗运动. 下列说法正确的是 ()

- A. 布朗运动是气体介质分子的无规则运动
- B. 在布朗运动中, 固态或液态颗粒越大, 布朗运动越明显
- C. 在布朗运动中, 颗粒无规则运动的轨迹就是分子的无规则运动的轨迹
- D. 在布朗运动中, 环境温度越高, 布朗运动越明显

考向2 分子热运动的特点及应用

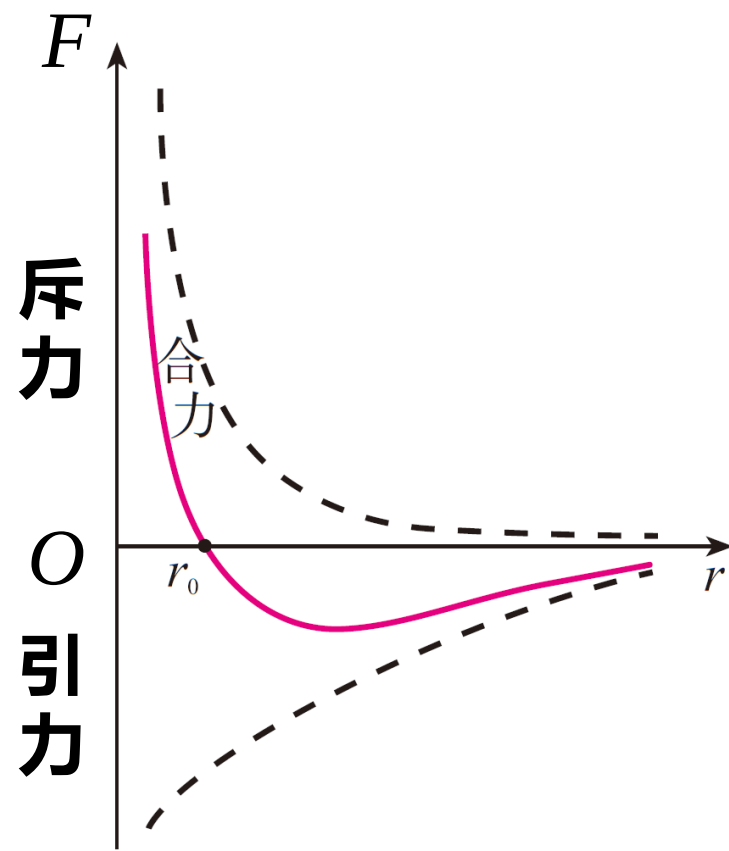
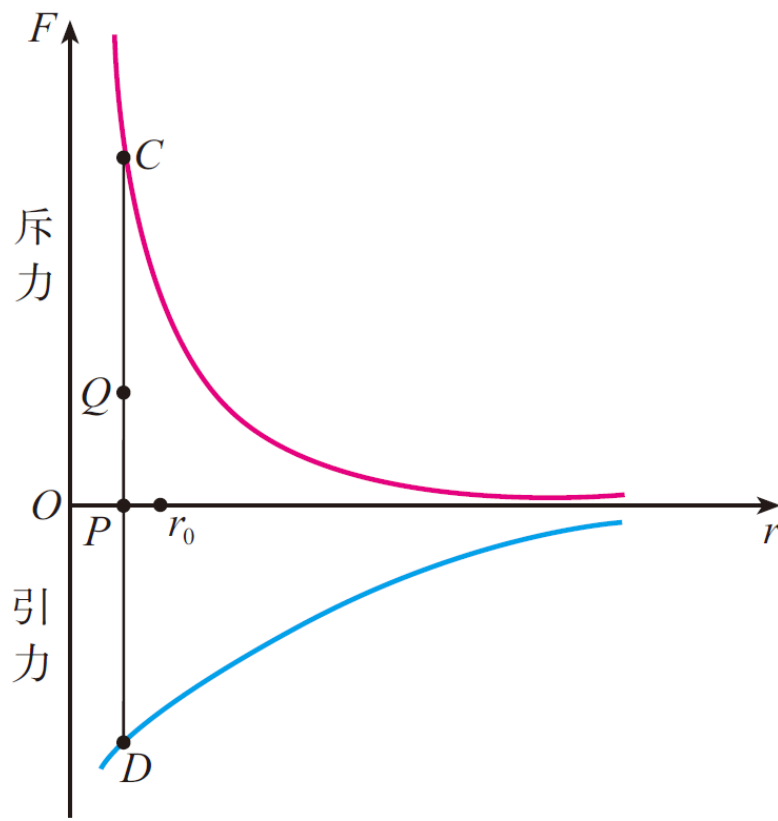
例4 以下关于热运动的说法正确的是（ ）

- A.水流速度越大，水分子的热运动越剧烈
- B.水凝结成冰后，水分子的热运动停止
- C.水的温度越高，水分子的热运动越剧烈
- D.水的温度升高，每一个水分子的运动速率都会增大

考点三 分子间作用力、分子势能和内能

1.分子间的作用力

分子间同时存在引力和斥力，且都随分子间距离的增大而____，随分子间距离的减小而____，但斥力变化得较快.



考点三 分子间作用力、分子势能和内能

2.分子动能

(1)分子动能是_____所具有的动能.

(2)分子热运动的平均动能

①所有分子动能的_____.

②_____是分子热运动的平均动能的标志.

考点三 分子间作用力、分子势能和内能

3.分子势能

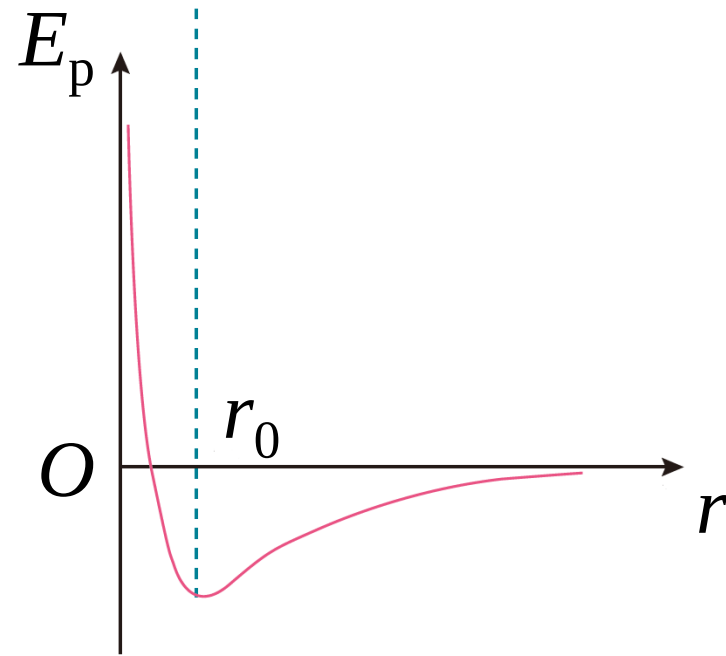
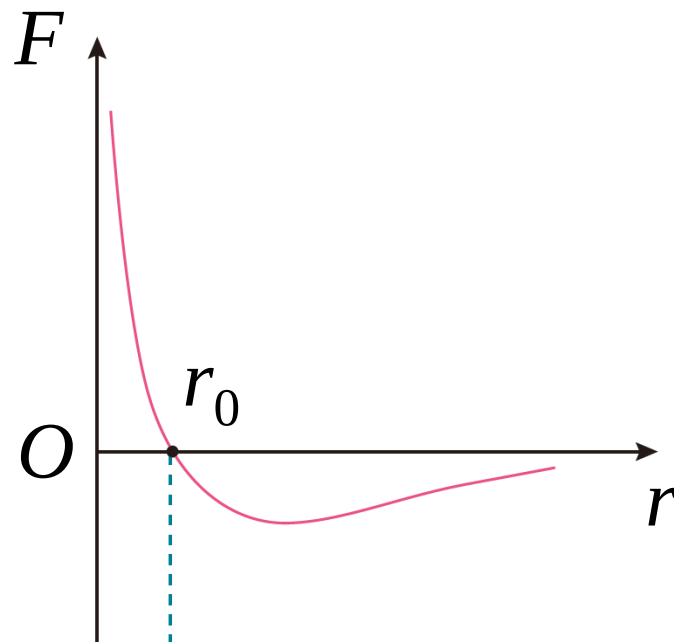
(1)分子势能的定义

由分子间的_____决定的能，在宏观上分子势能与物体_____有关，
在微观上与分子间的_____有关.

(2)分子势能与分子间距离的关系

分子间的作用力 F 、分子势能 E_p 与分子间距离 r 的关系图线如图所示(取无穷远处分子势能 $E_p = 0$).

考点三 分子间作用力、分子势能和内能



考点三 分子间作用力、分子势能和内能

4.物体的内能

(1)内能：物体中所有分子的_____与_____的总和.

(2)决定因素：_____、_____和物质的量.

(3)物体的内能与物体的位置高低、运动速度大小_____.

(4)改变物体内能的两种方式：_____和_____.

5.温度

(1)一切达到热平衡的系统都具有相同的_____.

(2)两种温标

摄氏温标和热力学温标.摄氏温度与热力学温度的关系： $T = t + 273.15 \text{ K}$.

考点三 分子间作用力、分子势能和内能

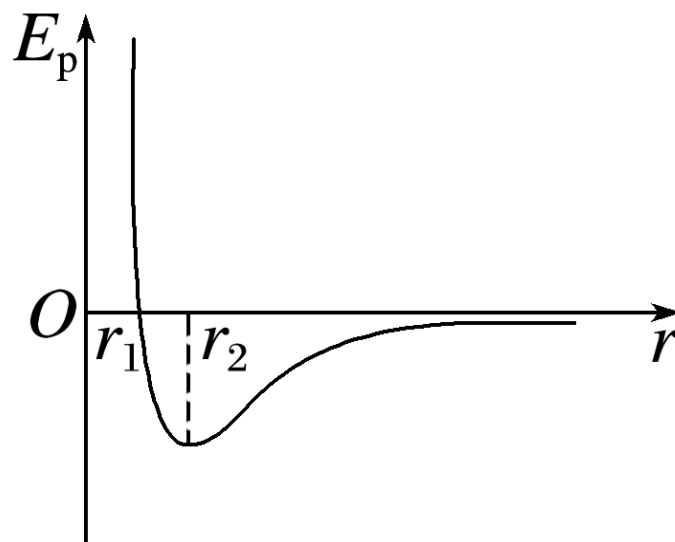
例5 关于内能，下列说法正确的是

- A. 1克 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的水的内能等于1克 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的水蒸气的内能
- B. 质量、温度、体积都相等的物体的内能一定相等
- C. 内能不同的物体，它们分子热运动的平均动能可能相等
- D. 一个木块被举高，组成该木块的所有分子的分子势能都增大

考点三 分子间作用力、分子势能和内能

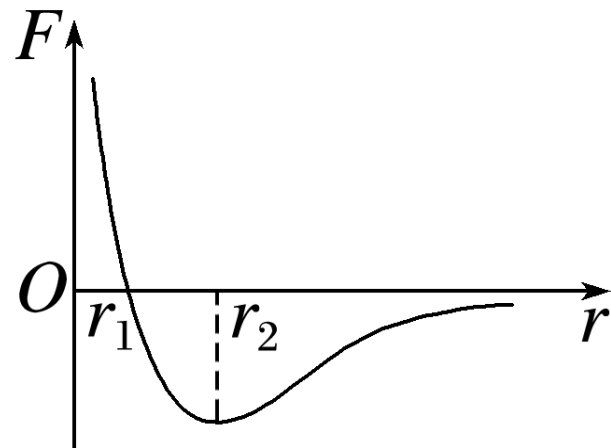
例6 (2023·北京市顺义区统练)如图, 这是两分子系统的分子势能 E_p 与两分子间距离 r 的关系图像, 下列说法正确的是 ()

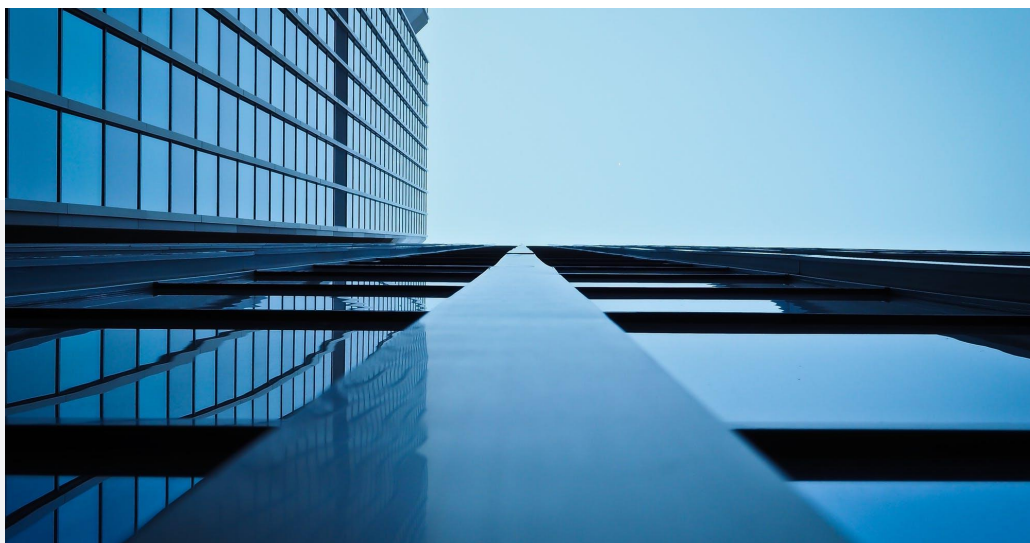
- A. 当 $r = r_1$ 时, 分子间的作用力为零
- B. 当 $r > r_1$ 时, 分子间的作用力表现为引力
- C. 当 r 由 r_1 变到 r_2 的过程中, 分子势能逐渐变大
- D. 当 r 由 r_1 变到 r_2 的过程中, 分子间的作用力做正功



考点三 分子间作用力、分子势能和内能

例7 (2020·全国卷I·33(1))分子间作用力 F 与分子间距 r 的关系如图所示, $r = r_1$ 时, $F = 0$.分子间势能由 r 决定, 规定两分子相距无穷远时分子间的势能为零. 若一分子固定于原点 O , 另一分子从距 O 点很远处向 O 点运动, 在两分子间距减小到 r_2 的过程中, 势能_____ (填“减小”“不变”或“增大”); 在间距由 r_2 减小到 r_1 的过程中, 势能_____ (填“减小”“不变”或“增大”); 在间距等于 r_1 处, 势能_____ (填“大于”“等于”或“小于”)零.





课时精练

第1练 分子动理论 内能

题号	答案	题号	答案
1	B	7	B
2	C	8	B
3	C	9	D
4	A	10	D
5	D	11	D
6	C	12	C

第1练 分子动理论 内能

8.(2023·山东淄博市模拟)某潜水员在岸上和海底吸入空气的密度分别为 1.3 kg/m^3 和 2.1 kg/m^3 , 空气的摩尔质量为 0.029 kg/mol , 阿伏加德罗常数 $N_A = 6.02 \times 10^{23}\text{ mol}^{-1}$.若潜水员呼吸一次吸入 2 L 空气, 试估算潜水员在海底比在岸上每呼吸一次多吸入空气的分子数约为 ()

A. 3×10^{21}

B. 3×10^{22}

C. 3×10^{23}

D. 3×10^{24}

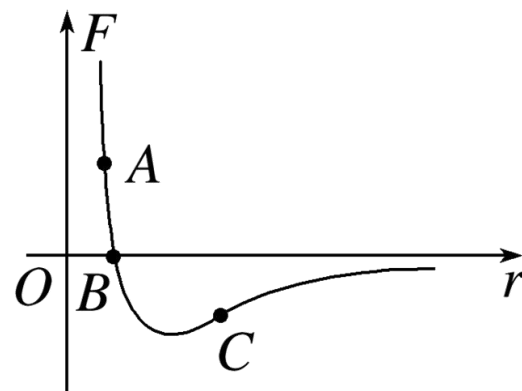
第1练 分子动理论 内能

9.(2023·江苏南京市模拟)“天宫课堂”中,王亚平将分别挤有水球的两块板慢慢靠近,直到两个水球融合在一起,再把两块板慢慢拉开,水在两块板间形成了一座“水桥”.如图甲所示,为我们展示了微重力环境下液体表面张力的特性.“水桥”表面与空气接触的薄层叫表面层,已知分子间作用力 F 和分子间距 r 的关系如图乙.下列说法正确的是()

- A.能总体反映该表面层中的水分子之间相互作用的是 B 位置
- B.“水桥”表面层中两水分子间的分子势能与其内部水相比偏小
- C.“水桥”表面层中水分子距离与其内部水分子相比偏小
- D.王亚平放开双手两板吸引到一起,该过程分子力做正功



甲



乙

第1练 分子动理论 内能

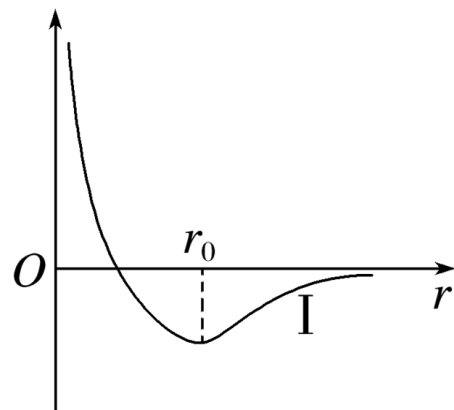
10.(2021·重庆卷·8)图甲和图乙中曲线 I、II、III分别描述了某物理量随分子之间的距离变化的规律, r_0 为平衡位置. 现有如下物理量: ①分子势能, ②分子间引力, ③分子间斥力, ④分子间引力和斥力的合力, 则曲线 I、II、III 对应的物理量分别是

A. ①③②

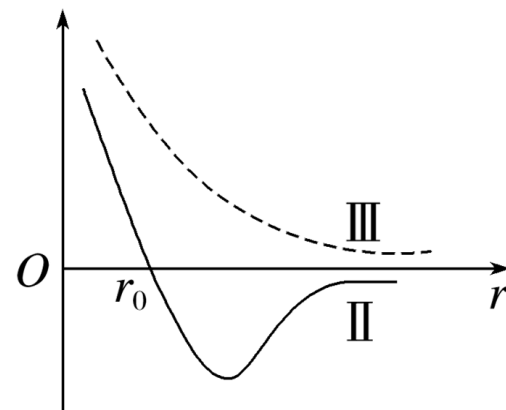
B. ②④③

C. ④①③

D. ①④③



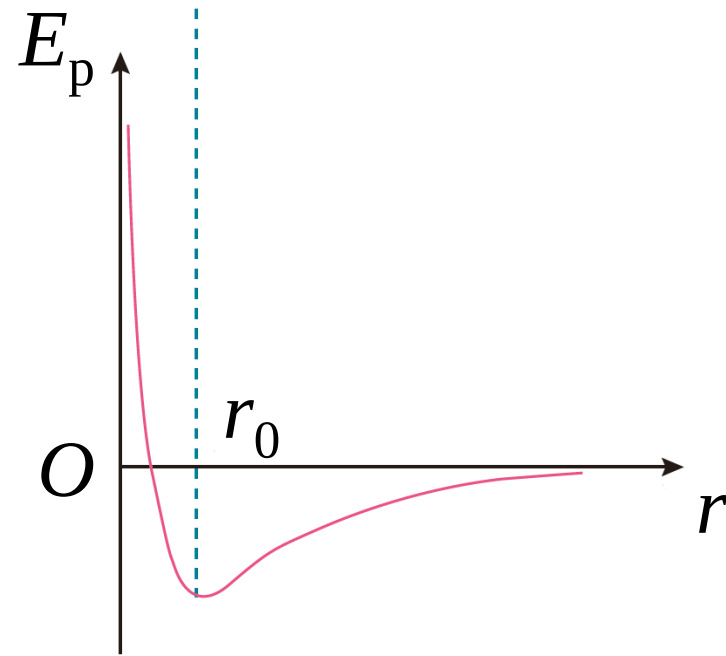
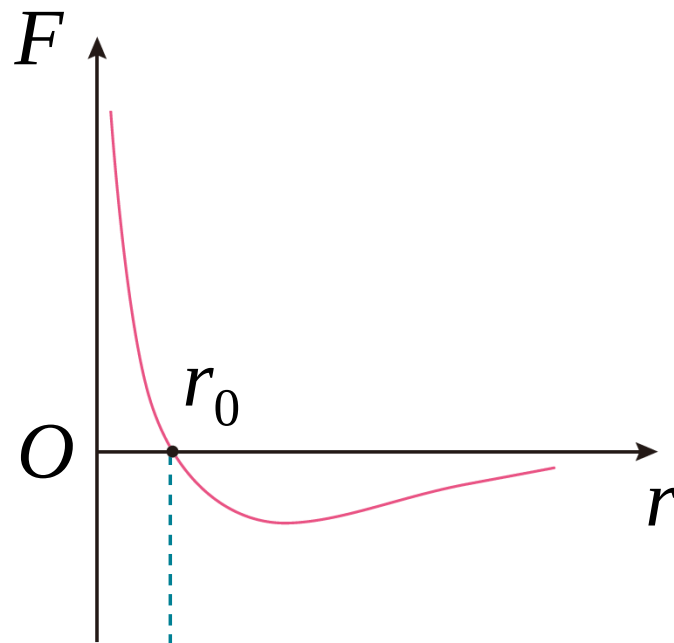
甲



乙

第1练 分子动理论 内能

10.



第1练 分子动理论 内能

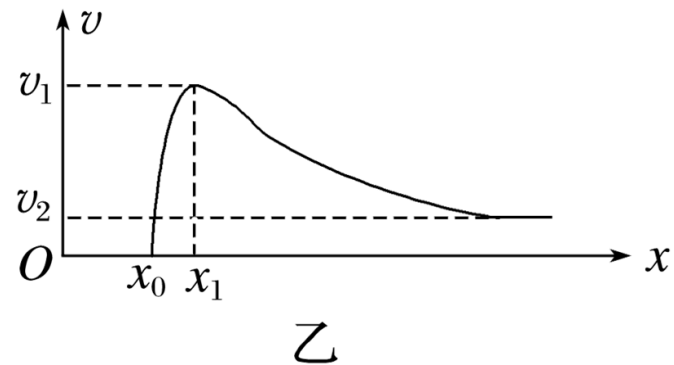
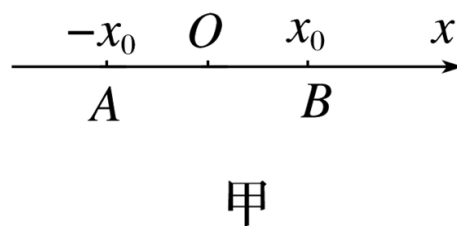
11.(2023·江苏扬州市模拟)用电脑软件模拟两个相同分子在仅受分子力作用下的运动.将两个质量均为 m 的A、B分子从 x 轴上的 $-x_0$ 和 x_0 处由静止释放,如图所示.其中B分子的速度 v 随位置 x 的变化关系如图所示.取无穷远处势能为零,下列说法正确的是()

A.A、B间距离为 x_1 时分子力为零

B.A、B间距离为 $2(x_1 - x_0)$ 时分子力为零

C.A、B系统的分子势能最小值为 $\frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$

D.释放时A、B系统的分子势能为 mv_2^2



第1练 分子动理论 内能

12.(2023·江苏扬州市扬州中学月考)晶须是一种发展中的高强度材料,它是一些非常细的、非常完整的丝状(横截面为圆形)晶体.现有一根铁质晶须,直径为 d ,用大小为 F 的力恰好将它拉断,断面呈垂直于轴线的圆形.已知铁的密度为 ρ ,铁的摩尔质量为 M ,阿伏加德罗常数为 N_A ,则拉断过程中相邻铁原子之间的相互作用力是

