出発 **松岡** 到着 **信濃町** 検索条件を変更

2024年09月21日(土)07時18分 出発 高速バス優先検索 LCC優先検索 レンタカー検索

おすすめルート 時間が早いルート 運賃が安いルート 乗換が少ないルート

1	07:47 ⇒ 12:06	早 4時間19分	16,440 円 楽	乗換 3 回	予約可
2	07:47 ⇒ 12:06	早 4時間19分	16,230 円 楽	乗換 3 回	予約可
3	07:33 ⇒ 12:06	早 4時間33分	16,440 円 楽	乗換 3 回	予約可
4	07:33 ⇒ 12:15	4時間42分 安	15,900 円 楽	乗換 3 回	予約可

時刻表改正について | 運賃表示について | 定期券運賃について

前3本の発着時刻 後3本の発着時刻

1 **07:47** 発 **12:06** 着 早 楽
所要時間 4時間19分 乗換 3 回
通常 ¥ 16,440円

印刷 メール送信 カレンダー登録 ルート指摘

出発
07:47 発 **松岡** 周辺地図 時刻表 混雑予報

（出発ホーム情報なし）
18分 8.4km
えちぜん鉄道勝山永平寺線快速 福井（福井県）行 運賃 430円
途中の停車駅

08:05 着
08:32 発 **福井** 周辺地図 時刻表 混雑予報

１１番ホーム
ＪＲ北陸新幹線 かがやき506号 東京行
中・後方車両
宿泊パックについて
3時間4分 526.6km

座席別料金
◉ 7,430円 指定席
○ 15,280円 グリーン席
○ 23,660円 グランクラス
※席種を変更すると合計運賃が切り替わります

新幹線チケット予約はこちら >
途中の停車駅

11:36 着
11:47 発 **東京** 周辺地図 時刻表 混雑予報

１番ホーム <当駅始発>
4分 2.6km
ＪＲ中央線快速 八王子行
前・中・後方車両
途中の停車駅

11:51 着
11:55 発 **御茶ノ水** 周辺地図 時刻表 混雑予報

11分 5.3km ２番ホーム 運賃 8,580円

本機能を他の方におすすめしたいですか？

３番ホーム

3分
1.6km

ＪＲ山手線 東京,品川方面

前方車両

途中の停車駅

11:48 着
11:53 発

秋葉原

周辺地図 時刻表 混雑予報

５番ホーム

13分
6.2km

ＪＲ中央総武線各停 中野（東京都）行

中方車両

途中の停車駅

運賃 8,580円

12:06 着
到着

信濃町 2番ホーム

周辺地図 時刻表 混雑予報

周辺情報 ホテル グルメ 住宅情報 バス停 駅 駐車場 レンタカー予約

信濃町を出てからの徒歩ルート
周辺にあるスポットまでのルートを検索します。

定期代/内訳

該当の区間の定期料金はありません

■CO2排出量
約10,784g

再検索

■社員の通勤費を一括登録・管理する場合はこちら

一括検索

前3本の発着時刻 後3本の発着時刻

3 **07:33** 発 **12:06** 着
所要時間 4時間33分 乗換 3 回

通常 ￥ 16,440円

印刷 メール送信 カレンダー登録 ルート指摘

出発
07:33 発

松岡

周辺地図 時刻表 混雑予報

（出発ホーム情報なし）

19分
8.4km

えちぜん鉄道勝山永平寺線 福井（福井県）行

途中の停車駅

運賃 430円

07:52 着
08:32 発

福井

周辺地図 時刻表 混雑予報

１１番ホーム

ＪＲ北陸新幹線 かがやき506号 東京行

中・後方車両

宿泊パックについて

3時間4分
526.6km

座席別料金
◉ 7,430円 指定席
○ 15,280円 グリーン席
○ 23,660円

※席種を変更すると合計運賃が切

新幹線チケット予約はこちら ＞

途中の停車駅

本機能を他の方におすすめしたいですか？

11:36 着
11:47 発

東京

周辺地図 時刻表 混雑予報

4分
2.6km

１番ホーム ＜当駅始発＞

ＪＲ中央線快速 八王子行

12:02 着
12:10 発
新宿

周辺地図 時刻表 混雑予報

１３番ホーム

5分
2.4km

ＪＲ中央総武線各停 千葉行

中方車両

途中の停車駅

運賃 8,580円

12:15 着
到着
信濃町 1番ホーム

周辺地図 時刻表 混雑予報

周辺情報 ホテル グルメ 住宅情報 バス停 駅 駐車場 レンタカー予約

信濃町を出てからの徒歩ルート
周辺にあるスポットまでのルートを検索します。

定期代/内訳
該当の区間の定期料金はありません

■CO2排出量
約10,704g

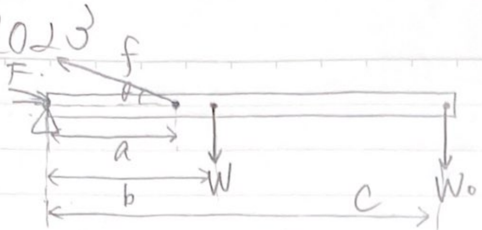
再検索

■社員の通勤費を一括登録・管理する場合はこちら

一括検索

本機能を他の方におすすめしたいですか？

2023



(1)
鉛 $W + W_0 - f\sin\theta - F_y = 0$
水 $F_x - f\cos\theta = 0.$

(2) $bW + cW_0 - af\sin\theta = 0.$

(3) (1)(2)より

$$\begin{cases} 40 + 60 - f\sin 15^\circ - F_y = 0 \\ F_x - f\cos 15^\circ = 0 \\ 0.3 \times 40 + 0.6 \times 60 + 0.15 \times f\sin 15^\circ = 0 \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} 100 - 0.259f - F_y = 0 \\ F_x - 0.966f = 0 \\ 48 + 0.15 \times 0.259f = 0 \end{cases}$$

$F_x = 0.966f.$ $\quad 0.259f = \frac{-48}{0.15} = -320$

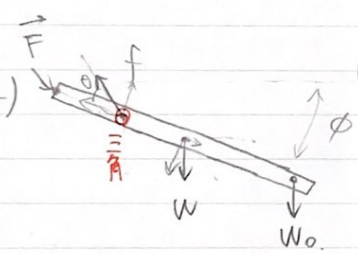
$100 + 320 - F_y = 0$

$F_y = 420.$

$F_x = -1193.51\cdots$ $\quad f = -1235.517\cdots$

$\fallingdotseq -1235.5$

(4)



(4-1) x軸方向について.

$F_x + W\sin\phi + W_0\sin\phi - f\cos\theta = 0$

y 〃

$W\cos\phi + W_0\cos\phi - f\sin\theta - F_y = 0$

(4-2) $af\cos\theta - bW\sin\phi - cW_0\sin\phi = 0$

(4-3) $af\cos\theta = (bW + cW_0)\sin\phi$

$f = \frac{bW + cW_0}{a\cos\theta}\sin\phi$ と表され、θは変わらず.

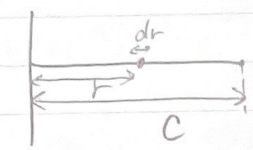
$-\frac{\pi}{2} \leqq \phi \leqq \frac{\pi}{2}$ より

$\sin\phi$ が最大となるとき f 最大

よって $\phi = 0$ で $\sin\phi = 1$ で最大.

(4-4)

(5)



微小質量を m'、微小区間を dr とすると.

$m' = m \times \frac{dr}{c}$

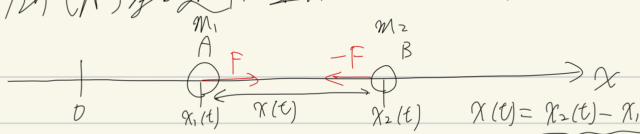
$I_1 = \int_0^c m \times \frac{r^2}{c}\, dr$

$= \frac{m}{c}\left[\frac{1}{3}r^3\right]_0^c$

$= \frac{1}{3}mc^2$

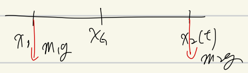
6/27（木）基礎物理レポート③ 24410121 枝野良洋

2ページ目



$x(t) = x_2(t) - x_1(t)$ $(x = x_2 - x_1)$
（Aを固定して，Aからみた Bの相対運動を表す（変位））

(1)



重心のまわりの力のモーメントは0なので（時計回りの力のモーメント）=（反時計回りの力のモーメント）より

$$\{\cancel{x_G(t)} - x_1(t)\} m_1 \cancel{g} = \{x_2(t) - \cancel{x_G(t)}\} \cdot m_2 \cancel{g}$$

$$(m_1+m_2)x_G(t) = m_1 x_1(t) + m_2 x_2(t)$$

$$x_G(t) = \frac{m_1 x_1(t) + m_2 x_2(t)}{m_1+m_2} \quad //$$

(2) 重心の運動方程式は，系の総質量が重心に集まって重心を質点にみなすときの $ma=F$ より，

（運動方程式の左辺）$= (m_1+m_2)\dfrac{d^2 x_G(t)}{dt^2}$ …① （①）=0 を示す。

A，Bについての運動方程式は，

A：$m_1 \dfrac{d^2 x_1(t)}{dt^2} = F$ …②　B：$m_2 \dfrac{d^2 x_2(t)}{dt^2} = -F$ …③

②+③より $m_1 \dfrac{d^2 x_1(t)}{dt^2} + m_2 \dfrac{d^2 x_2(t)}{dt^2} = 0$

$$\frac{d^2}{dt^2}\{m_1 x_1(t) + m_2 x_2(t)\} = 0$$

$$(m_1+m_2)\frac{d^2}{dt^2}\left\{\frac{m_1 x_1(t) + m_2 x_2(t)}{m_1+m_2}\right\} = 0$$

(1)より $(m_1+m_2)\dfrac{d^2 x_G(t)}{dt^2} = 0$ // よって示せた。

(3) (2)より $(m_1+m_2)\cdot\dfrac{d^2 x_G(t)}{dt^2} = 0$ から，$m_1+m_2 \neq 0$ より $\dfrac{d^2 x_G(t)}{dt^2}$ =（重心の加速度）=0 であるため。

(4) 2つの原子の相対運動の方程式が $m\dfrac{d^2 x(t)}{dt^2} = -F$ を示す。ただし $x(t) = x_2(t) - x_1(t)$，$m = \dfrac{m_1 m_2}{m_1+m_2}$

(2)より $\dfrac{③}{m_2} - \dfrac{②}{m_1}$：$\dfrac{d^2 x_2(t)}{dt^2} - \dfrac{d^2 x_1(t)}{dt^2} = -\dfrac{F}{m_2} - \dfrac{F}{m_1} = -\left(\dfrac{1}{m_1} + \dfrac{1}{m_2}\right)F$

$$\frac{d^2}{dt^2}\{x_2(t) - x_1(t)\} = -\left(\frac{m_1+m_2}{m_1 m_2}\right)F$$

$\times\left(\dfrac{m_1 m_2}{m_1+m_2}\right)$

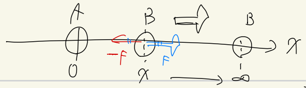
$$\frac{m_1 m_2}{m_1+m_2}\frac{d^2}{dt^2}x(t) = -F$$

$$m\frac{d^2 x(t)}{dt^2} = -F \quad //$$

よって示せた。

(5) 原子間距離を x から ∞ まで広げるための必要な仕事は，

・Aを固定する。
・Aの位置を原点とする座標軸を新たにとる。



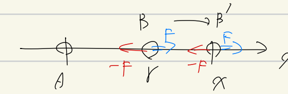
この状況下で，（Bを $x \to \infty$ へ力のつり合いを保ちながら動かしたときの仕事）=（求める仕事）= W より，

$$W = \int_x^\infty F(x)\,dx \quad //$$

よって示せた。

(6)（・Aを固定してBを動かす ・(5)の座標系で考える）とする。また，基準点を $x=r$ とする。

予想（$U(\infty)$の方が大きい。万有引力と同じか）



$U(x) =$（$r \to x$ に Bを動かしたときに外力がする仕事）

$$= \int_r^x F(x)\,dx$$

$U(\infty) =$（$r \to \infty$ に Bを動かしたときに外力がする仕事）

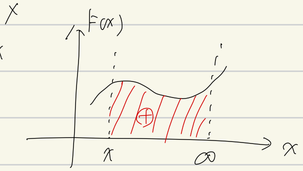
$$= \int_r^\infty F(x)\,dx$$

ここで，（外力）$= F(x) > 0$（保存力は引力なので，$-F(x) < 0$）

$$U(\infty) - U(x) = \int_r^\infty F(x)\,dx - \int_r^x F(x)\,dx$$

$$= \int_x^r F(x)\,dx + \int_r^\infty F(x)\,dx$$

$$= \int_x^\infty F(x)\,dx \quad \cdots ①$$



ここで，$F(x) > 0$ より，

$\int_x^\infty F(x)\,dx > 0$ から

$U(\infty) - U(x) > 0$ より $U(\infty) > U(x)$ よって $U(\infty)$の方が $U(x)$よりも大きい。

また①より $U(\infty) - U(x) = \int_x^\infty F(x)\,dx$ // よって示せた。

(7) $\int F(x)\,dx = A(x) + C$（Cは積分定数）とすると，

$$F(x) \underset{\text{微分}}{\overset{\text{積分}}{\rightleftarrows}} A(x)+C$$

$$U(\infty) - U(x) = \int_x^\infty F(x)\,dx$$

$$= [A(x)]_x^\infty$$

$$U(\infty) - U(x) = A(\infty) - A(x)$$

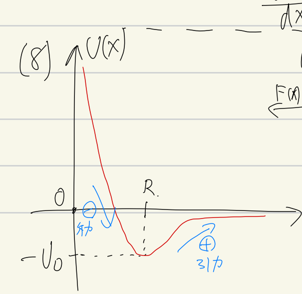
xで微分　$U(\infty)$ $A(\infty)$ は定数

$$-\frac{dU(x)}{dx} = -F(x)$$

$$\frac{dU(x)}{dx} = F(x) \quad //$$

よって示せた。

(8)



(i) $x<R$ のとき，[U(x)の接線の傾き] $= \dfrac{dU(x)}{dx} = F(x) < 0$ より，

F(x) A　B $-F(x)$　AとBの間には斥力が働き，互いに離れる。

(ii) $x>R$ のとき

[U(x)の接線の傾き] $= \dfrac{dU(x)}{dx} = F(x) > 0$ より

A F(x)　B $-F(x)$　AとBの間には引力が働き，互いに近づく。

(iii) $x=R$ のとき，$\dfrac{dU(x)}{dx} = F(x) = 0$ より AとBの間に力は働かない。

(i)〜(iii)より，$x<R$ のとき（AとBが近いとき）斥力が働き $x=R$ に近づき，$x>R$ のとき（AとBが遠いとき）引力が働き $x=R$ に近づき，$x=R$ では力が働かない。

よって原子間距離は $x=R$ に収束しようとするため，$x=R$ が安定な原子間距離である。

(9) $E = -U_0 + \varepsilon \ (\varepsilon > 0) \cdots ①$

~~(相対運動の力学的エネルギー) = (相対運動の運動エネルギー) + (相対運動の位置エネルギー)~~

~~2物体がお互いに対して速度を持っているためのエネルギー。2物体の速度が異なると0より大きくなる。~~

4ページ目 3ページ目

~~分子の結合が切れるときとは、AとBの速度が異なるときであり、(相対運動の運動エネルギー) > 0のときである。~~
~~分子の結合が切れるギリギリを考える。つまり(相対運動の運動エネルギー) = 0~~ のとき、

[分子の結合が切れるためのギリギリのエネルギー]　(AとBの相対速度は0)
= [Aを固定してBをAから無限に、力のつり合いを保ったまま(ゆっくり)遠ざけたときの外力がする仕事]
= [Bが $x \to \infty$ のときにもつ位置エネルギー]
$= U(\infty)$
$= 0$ (グラフより)

$-U_0 + \varepsilon < 0 \qquad \varepsilon < U_0$

よって、[Aを固定して、Aから見たBの相対運動の力学的エネルギー] ≥ 0 のとき、結合が切れる。

(※ 力学的エネルギー = 運動エネルギー + 位置エネルギー であるが、結合が切れるギリギリを求めるため相対運動エネルギー = 0 として考える。)

従って結合が切れないためには、$E = -U_0 + \varepsilon < 0$ となればよい。

$$\varepsilon < U_0$$

$\varepsilon > 0$ より $\underline{0 < \varepsilon < U_0}$ //

(10) $\alpha > 0, \quad U(x) = U_0\left[e^{-2\alpha(x-R)} - 2e^{-\alpha(x-R)}\right]$

αの単位.

$U(x)$, U_0 はエネルギーより [J](エネルギー) なので、$\left\{e^{-2\alpha(x-R)} - 2e^{-\alpha(x-R)}\right\}$ の単位はない(無次元量)

e は e=2.71… の無次元量より、$-2\alpha(x-R)$ や $-\alpha(x-R)$ も無次元量。$(x-R)$ の単位は距離(明記されていないが [m](メートル) か。) なので、

αの単位は $\left[\frac{1}{m}\right]$ (メートル)

(11) (a) ① $\alpha|x-R| \ll 1$ のとき、$U(x) \fallingdotseq \alpha^2(x-R)^2$ まで表す、
② 原子間力の定数 k を求める。

(バネエネルギー $= \frac{1}{2}kx^2$ (自然長からのずれ) $= \frac{1}{2}k(x-x_0)^2$ とすれば $x_0 \to R$　$\frac{k}{2} \to \alpha$ かな?)

① $\alpha|x-R| \ll 1$ より、$|-2\alpha(x-R)| \ll 1$, $|-\alpha(x-R)| \ll 1$ から、

$e^{-2\alpha(x-R)} \fallingdotseq 1 + \{-2\alpha(x-R)\} + \frac{1}{2}\{-2\alpha(x-R)\}^2$
$= 1 + \{-2\alpha(x-R)\} + 2\alpha^2(x-R)^2$

$e^{-\alpha(x-R)} \fallingdotseq 1 + \{-\alpha(x-R)\} + \frac{1}{2}\{-\alpha(x-R)\}^2$
$= 1 + \{-\alpha(x-R)\} + \frac{\alpha^2}{2}(x-R)^2$

より $U(x) \fallingdotseq U_0\left[e^{-2\alpha(x-R)} - 2e^{-\alpha(x-R)}\right]$
$= U_0\left[\cancel{1} + \cancel{\{-2\alpha(x-R)\}} + 2\alpha^2\cancel{(x-R)^2} - \cancel{2} + \cancel{2\alpha(x-R)} - \alpha^2\cancel{(x-R)^2}\right]$
$= U_0\{\alpha^2(x-R)^2 - 1\}$

よって $\underline{U(x) \fallingdotseq U_0\{\alpha^2(x-R)^2 - 1\}}$ //

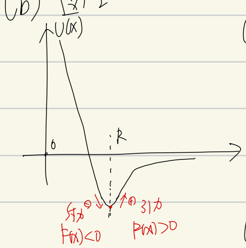
(11) (a) ② (バネの弾性エネルギー) $= \frac{1}{2}k(x - x_0)^2$ より。(x_0: 力のつり合い、平衡点、自然長)

$U(x) = U_0\alpha^2(x-R)^2 - U_0$ ← よく分からないので無視する。

$U(x) = \frac{1}{2}\cdot\underbrace{(2U_0\alpha^2)}_{=k}\cdot(x-R)^2$ ← x_0 とRが対応する。

よって $\underline{k = 2U_0\alpha^2}$ //

(b) 図2

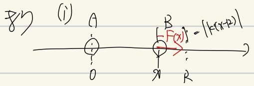


Aを固定し、Bが動くとする。

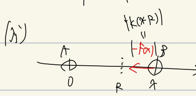
(ア)より、(i) $x \to R-0$ のとき　Bは斥力を受ける。
(ii) $x \to R+0$ のとき　Bは引力を受ける。

(a)より、$|F(x)| = k|x-R|$ としてよい。 [(バネの力 $= k(x-x_0)$) と同様。]

つまり (i)



(ii)



(iii) $x = R$ のとき Bは力を受けないので、それまで受けていた力による等速直線運動をする。

(i)〜(iii)より、AからみてBは単振動をする。

また(イ)より $m\frac{d^2x(t)}{dt^2} = -F(x)$
$= -k(x-R)$ より、$x(t)$ (Aからみたと Bの変位) は単振動をすると言える。 [(a)より $k = 2U_0\alpha^2 > 0$]
($x-R$: 平衡点からの変位)

(c) (b)より $m\frac{d^2x(t)}{dt^2} = -k(x-R)$,
$\frac{d^2x(t)}{dt^2} = -\frac{k}{m}(x-R)$

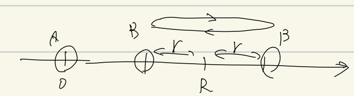
$a = -\omega^2 x$

ここで $\frac{d^2x}{dt^2} = -\omega^2(x - x_0)$ より、$\omega^2 = \frac{k}{m}$
$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$
$\underline{\omega = \alpha\sqrt{\frac{2U_0}{m}}}$ //

$\omega T = 2\pi$　$T = \frac{1}{f}$ より

よって $\frac{\omega}{f} = 2\pi$
$f = \frac{\omega}{2\pi}$
$\underline{f = \frac{\alpha}{2\pi}\sqrt{\frac{2U_0}{m}}}$ //

(d) (a)より、(相対運動の力学的エネルギー) $= E = -U_0 + \varepsilon$



ここで、単振動の力学的エネルギー保存則より、$\frac{1}{2}k(x-R)^2 + \frac{1}{2}mv^2 = (一定)$ を利用すると、
($x-R$: 力のつり合いからのずれ、$\frac{1}{2}mv^2$: 運動エネルギー)

振幅を求めるので、Aに対してBが止まるとき(端にいるとき)を考えて、

$\frac{1}{2}kr^2 + 0 = -U_0 + \varepsilon$

$r^2 = \frac{2(-U_0+\varepsilon)}{k}$

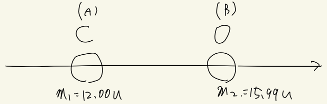
$r > 0$ より

$r = \sqrt{\frac{2(-U_0+\varepsilon)}{k}}$　$(k = 2U_0\alpha^2)$

$\underline{r = \frac{1}{\alpha}\sqrt{\frac{-U_0+\varepsilon}{U_0}}}$ //

($-U_0 + \varepsilon < 0$ よりおかしいが…。)

(12)



$1u = 1.660 \times 10^{-27}$ kg

$f = 6.494 \times 10^{13}$ Hz

$U_0 = 1.780 \times 10^{-18}$ J

$R = 1.128 \times 10^{-10}$ m

ここで $m_1 = 12.00\cancel{u} \times \dfrac{1.660 \times 10^{-27}\,\text{kg}}{1\cancel{u}}$

$= 19.92 \times 10^{-27}$ kg

$m_2 = 15.99u \times \dfrac{1.660 \times 10^{-27}\,\text{kg}}{1u}$

$= 26.5434 \times 10^{-27}$ kg

より $m = \dfrac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}$

$= \dfrac{19.92 \times 10^{-27} \times 26.5434 \cancel{\times 10^{-27}}}{19.92 \cancel{\times 10^{-27}} + 26.5434 \cancel{\times 10^{-27}}}$

$\fallingdotseq \dfrac{528.7 \times 10^{-27}}{46.4634}$

$\fallingdotseq \underline{11.38 \times 10^{-27}}$ (kg)

5ページ目

(11) (C) より $f = \dfrac{\alpha}{2\pi}\sqrt{\dfrac{2U_0}{m}}$, $m = \dfrac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}$

$\alpha = 2\pi f \sqrt{\dfrac{m}{2U_0}}$ ($\pi = 3.14$ とする)

$= 2 \cdot 3.14 \cdot 6.494 \times 10^{13} \times \sqrt{\dfrac{11.38 \times 10^{-27}}{2 \cdot 1.780 \times 10^{-18}}}$

3.56

~~17 − 8~~

$\fallingdotseq 40.78 \times 10^{13} \times \sqrt{3.197 \times 10^{-9}}$

$\sqrt{10^2} = 10$

$\sqrt{10^4} = 10^2$

$= 40.78 \times 10^{13} \times \sqrt{31.97 \times 10^{-10}}$

$= 40.78 \times 10^{13} \times 10^{-5} \times \sqrt{31.97}$

$\fallingdotseq 40.78 \times 10^{8} \times 5.654$

$\fallingdotseq 230.6 \times 10^{8}$

$\alpha = \underline{2.306 \times 10^{10}}$ (1/m)

(13) (条件を満たす電磁波の振動数) $\fallingdotseq f = 6.494 \times 10^{13}$ Hz, (電磁波の速度) $= c = 3.00 \times 10^{8}$ m/s より.

$c = f\lambda$ から $\lambda = \dfrac{c}{f}$

$= \dfrac{3.00 \times 10^{8}}{6.494 \times 10^{13}}$

$\fallingdotseq 0.4620 \times 10^{-5}$

$\lambda = \underline{4.620 \times 10^{-6}}$ (m)

10×10^{-6}

ここで, $10^{-6}\,\text{m} < \lambda = 4.620 \times 10^{-6}\,\text{m} < 10^{-5}\,\text{m}$ より $\underline{赤外線}$