

設問1 下記の文章は、「吸盤を使って大気圧を測る」実験について書かれた文章である。文章を読み、以下の問いに答えなさい。

(問1) 文中の[右辺1]と[右辺2]の計算式を示しなさい。(それぞれ25字以内)

(問2) この文章末尾にオリジナルの文章では著者は[計算過程と計算結果]を示している。計算過程と計算結果を示し、実験により目的が達成できたかどうか自分なりに考察を書きなさい。(圧力 $1[\text{Pa}]=1[\text{N}/\text{m}^2]$ 、 $h$ (ヘクト) $=10^2$ である。)

どこの家にも、冷蔵庫の扉、トイレや浴室のタイルの上、キッチンのパネルの上等にへばりついている吸盤。吸盤という名前からすると、なにかに吸い着いているという印象を受けますが、本当にそうなのでしょうか。吸い着いているのではなくて押しつけられていると考えてみましょう。

吸盤をとりまくものは空気しかないので空気が吸盤を押しつけていることになります。図1のように大気圧(空気が押す力)が吸盤を押しつけているという仮説を立ててみましょう。

この仮説を直接証明するのは難しそうですが、吸盤を使って測った大気圧がほぼ1気圧 $=1013$ ヘクトパスカル(hPa)であれば、かなり有力な証拠になるでしょう。

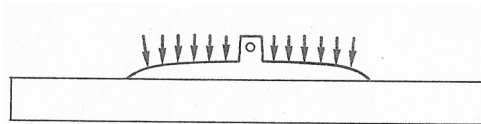


図1 吸盤を押しつける大気

吸盤で大気圧を測る話に移りましょう。平らな状態で測った直径が2.8 cmと3.8 cmの二つの吸盤を使って実験してみます。これにアクリル板とバネばかりを用意します。

実験は、アクリル板に貼りついている吸盤を引き離すのに必要な力の強さを、図2のようなバネばかりを使ってそれぞれの吸盤について測るだけです。

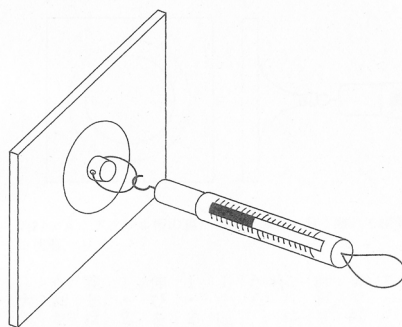


図2 バネばかりで吸盤を引き離す

実際にこの実験を行った結果のデータを表1に示します。

表1 バネばかりで吸盤を引き離す実験の結果

(a)直径2.8 cmの吸盤小

回	はがれる瞬間の力[N]
1	35.3
2	34.3
3	34.3
平均	34.6

(b)直径3.6 cmの吸盤大

回	はがれる瞬間の力[N]
1	61.8
2	58.8
3	58.8
平均	59.8

はがれる瞬間の力は大気が吸盤を押す力とみなすことができます。これは大気圧と吸盤の面積を掛けた積と同じなので、以下の式で表せます。

$$[\text{はがれる瞬間の力}] = [\text{右辺 1}]$$

さらに以下の式に変形することができます。

$$[\text{大気圧}] = [\text{右辺 2}]$$

ここで、吸盤がアクリル板を離れる瞬間に注目すると、普通に貼りついていたときと様子が違って、図3のように吸盤が伸びています。離れる瞬間には吸盤の有効面積、つまり大気圧が実際に吸盤を押している面積が、平らな状態で測った吸盤よりも小さくなっていたのです。

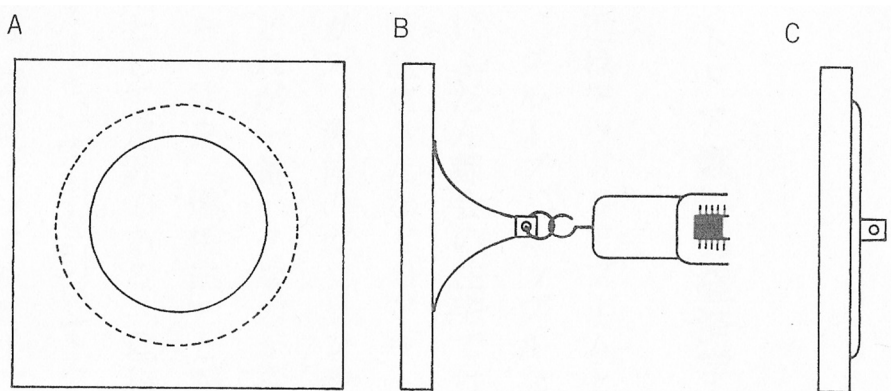


図3 A：アクリル板の裏から見た様子、B：離れる瞬間、C：貼りついた状態

離れる瞬間の面積が、大、小どちらの吸盤でも、面積がおよそ3分の2から半分近くまで減っているのがわかったので、先ほどの大気圧を計算する式で面積を3分の2あるいは2分の1にしてみます。

それではこの式を使って大気圧をそれぞれの吸盤の場合について求めてみましょう。通常の大気圧はほぼ1気圧、1013ヘクトパスカルくらいです。そこで、ここで計算した大気圧の値を、標準の1気圧と比べてみます。

[計算過程と計算結果]

(問2)の前半に対応

(宇野正宏ら著「理科年表をおもしろくする本(理科年表読本)」より抜粋及び一部改変)

出題意図 「都市」に拘わらず、我々の生活で身近な物理現象を取り扱った問題を受験生に課して、数理的な素養を見る。高校までに学ぶ物理学、数学の知識を用いて物理現象を方程式で記述でき、与条件に基づいて計算が出来るかを見る。

## 解答例

### 設問 1

問 1 文中の「右辺 1」、「右辺 2」の計算式を示せ。

配点は右辺 1、右辺 2 それぞれ 5 点ずつの合計 10 点です。

解答例は以下の通りです。

右辺 1 [大気圧] × [はがれる瞬間の吸盤の面積]

または [大気圧] × [吸盤の面積]

右辺 2 [はがれる瞬間の力] × [はがれる瞬間の吸盤の面積]

または [はがれる瞬間の力] × [吸盤の面積]

問 2 文中の計算過程・計算式示し、自分なりに考察せよ。(40 点)

配点は、計算過程・計算結果が 30 点、考察が 10 点です。

解答例は以下の通りです。

吸盤小の面積 =  $3.14 \times 1.4 \times 1.4 = 6.2 \text{ [cm}^2\text{]} = 6.2 \times 10^{-4} \text{ [m}^2\text{]}$

吸盤大の面積 =  $3.14 \times 1.8 \times 1.8 = 10.2 \text{ [cm}^2\text{]} = 1.0 \times 10^{-3} \text{ [m}^2\text{]}$

吸盤小の場合の大気圧 =  $34.6 \div (6.2 \times 10^{-4}) = 5.6 \times 10^4 \text{ [N/m}^2\text{]} = 560 \text{ [hPa]}$

はがれる瞬間の面積が 3 分の 2 の場合 :  $560 \div (2/3) = 840 \text{ [hPa]}$

” 2 分の 1 の場合 :  $560 \div (1/2) = 1120 \text{ [hPa]}$

吸盤大の場合の大気圧 =  $59.8 \div (1.0 \times 10^{-3}) = 6.0 \times 10^3 = 600 \text{ [hPa]}$

はがれる瞬間の面積が 3 分の 2 の場合 :  $600 \div (2/3) = 900 \text{ [hPa]}$

” 2 分の 1 の場合 :  $600 \div (1/2) = 1200 \text{ [hPa]}$

吸盤がはがれる瞬間の面積を考慮して求めた大気圧の値は、およそ 840 から 1200hPa の間にあること  
になります。したがって、荒っぽい実験とはいえ、ほぼ 1 気圧 = 1013hPa に近い大気圧の値が得られた  
といっても良さそうです。

以上

出題意図：

AO-I の適性検査では、入学後の理工学部理工学科・都市分野（都市基盤工学コースおよび建築環境デザインコース）に必要となる工学的思考力・判断力・表現力を確認するための問題を出します。物理的現象などを高校レベルの数学を用いて解き、説明できるかどうかを見ます。最終的な解答に到るまでのプロセスや考え方も評価するような筆記試験を想定しています。

採点基準：

数学・物理の素養を踏まえた応用力や論理的思考力を採点します。