문제 1

풀이

실험 I-A、공명 진동수 재기

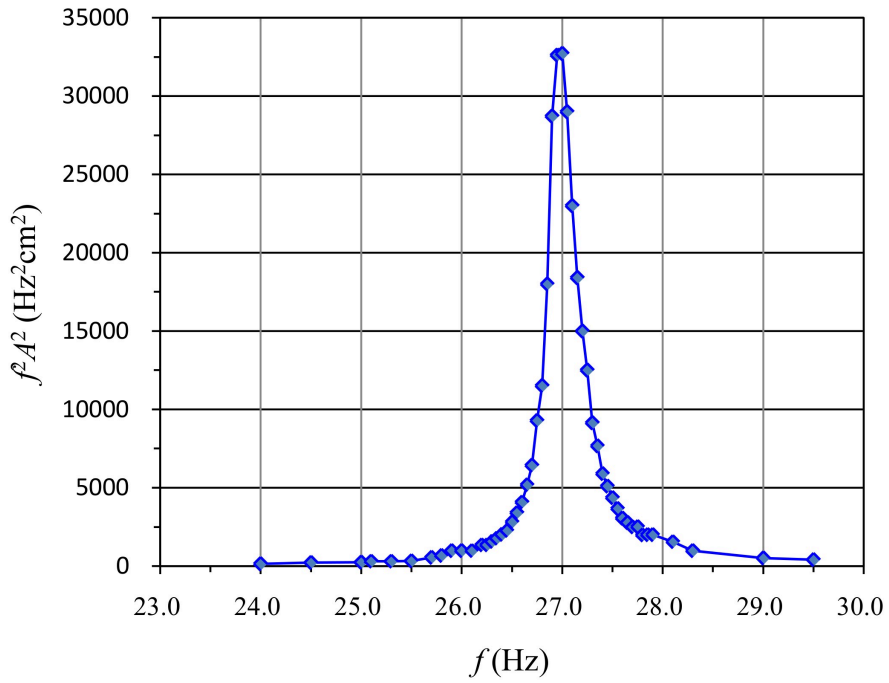
(1) 사인파 발생기의 진동수 f를 조정하며 진동하는 레이저 빛살의 진폭 A를 재시오. 측정값을 데이터 표에 기록하시오.

f(Hz)	A(cm)	f^2A^2(Hz^{2}cm^2)
24.00	0.50	1.4×10^2
24.50	0.60	2.2×10^2
25.00	0.60	2.3×10^2
25.10	0.70	3.1×10^2
25.30	0.70	3.1×10^2
25.50	0.70	3.2×10^2
25.70	0.90	5.4×10^2
25.80	1.00	6.66×10^2
25.90	1.20	9.66×10^2
26.00	1.20	9.73×10^2
26.10	1.20	9.81×10^2
26.20	1.40	13.5×10^2
26.25	1.40	13.5×10^2
26.30	1.50	15.6×10^2
26.35	1.60	17.8×10^2
26.40	1.70	20.1×10^2
26.45	1.80	22.7×10^2
26.50	2.00	28.1×10^2
26.55	2.20	34.1×10^2
26.60	2.40	40.8×10^2
26.65	2.70	51.8×10^2
26.70	3.00	64.2×10^2
26.75	3.60	92.7×10^2
26.80	4.00	115×10^2

f(Hz)	A(cm)	f^2A^2(Hz^{2}cm^2)
26.85	5.00	180×10^2
26.90	6.30	287×10^2
26.95	6.70	326×10^2
27.00	6.70	327×10^2
27.05	6.30	290×10^2
27.10	5.60	230×10^2
27.15	5.00	184×10^2
27.20	4.50	150×10^2
27.25	4.10	125×10^2
27.30	3.50	91.3×10^2
27.35	3.20	76.6×10^2
27.40	2.80	58.9×10^2
27.45	2.60	50.9×10^2
27.50	2.40	43.6×10^2
27.55	2.20	36.7×10^2
27.60	2.00	30.5×10^2
27.65	1.90	27.6×10^2
27.70	1.80	24.9×10^2
27.75	1.80	25.0×10^2
27.80	1.60	19.8×10^2
27.85	1.60	19.9×10^2
27.90	1.60	19.9×10^2
28.10	1.40	15.5×10^2
28.30	1.10	9.69×10^2

풀이

(2) 모눈종이에 알맞은 데이터를 그려 공명 진동수 f_{RO}와 성능 지수 Q를 구하시오. f_{RO}와 Q를 아래 빈칸에 기록하시오.



$$Q = \frac{f_{RO}}{f_2 - f_1} = \frac{27.0}{27.17 - 26.84} = 81.8$$

$f_{RO} = 27.0$ Hz	$Q = 81.8$

풀이

실험 I-B、외력에 따른 공명 진동수

(1) z_0를 재어 데이터 표에 기록하시오.

z_0 = 6.40 cm

(2) M_C의 N극 윗면의 위치 z를 정하시오. $d = z_0 - z$로 정의해 명목 거리 d를 계산하시오. z와 d를 데이터 표에 기록하시오.

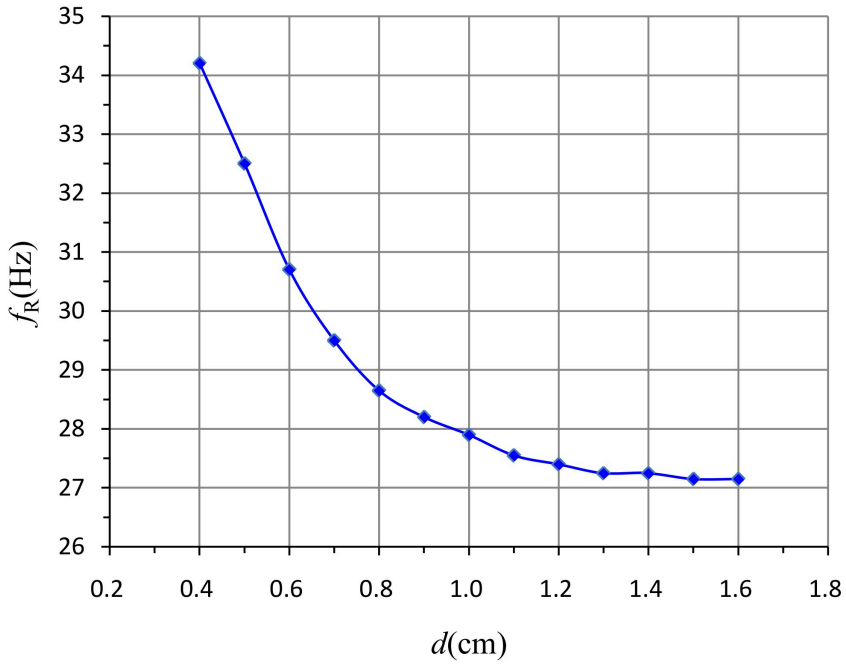
(3) 사인파 발생기의 진동수를 조정해 진폭이 최대가 되게 하여 거리 d에 대한 공명 진동수 f_R를 정하시오. 정한 공명 진동수 f_R를 데이터 표에 기록하시오.

(4) 자석 M_C의 연직 위치를 바꾸며 단계 (2)와 (3)을 되풀이해, 여러 거리 d와 그에 해당하는 공명 진동수 f_R를 재시오.

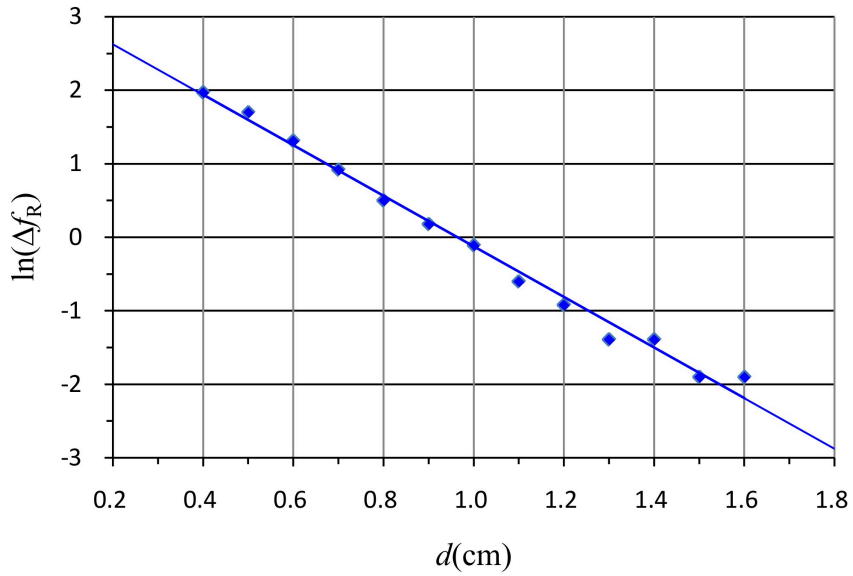
z(cm)	d(cm)	f_R(Hz)	Δf_R(Hz)	$\ln(\Delta f_R)$
4.80	1.60	27.15	0.15	-1.90
4.90	1.50	27.15	0.15	-1.90
5.00	1.40	27.25	0.25	-1.39
5.10	1.30	27.25	0.25	-1.39
5.20	1.20	27.40	0.40	-0.92
5.30	1.10	27.55	0.55	-0.60
5.40	1.00	27.90	0.90	-0.11
5.50	0.90	28.20	1.20	0.18
5.60	0.80	28.65	1.65	0.50
5.70	0.70	29.50	2.50	0.92
5.80	0.60	30.70	3.70	1.31
5.90	0.50	32.50	5.50	1.70
6.00	0.40	34.20	7.20	1.97

풀이

(5) 모눈종이에 거리 d의 함수로 f_R의 그래프를 그리시오.



(6) $\Delta f_R = f_R - f_{RO}$로 정의하고, 다른 모눈종이에 d의 함수로 $\ln(\Delta f_R)$를 그리시오.



풀이

실험 I-C、블랙박스 안 자석들의 위치와 깊이 찾기

(1) z_0와 z_{box}를 답안지에 기록하시오.

z_0 = 5.37 cm　　z_{box} = 4.97 cm

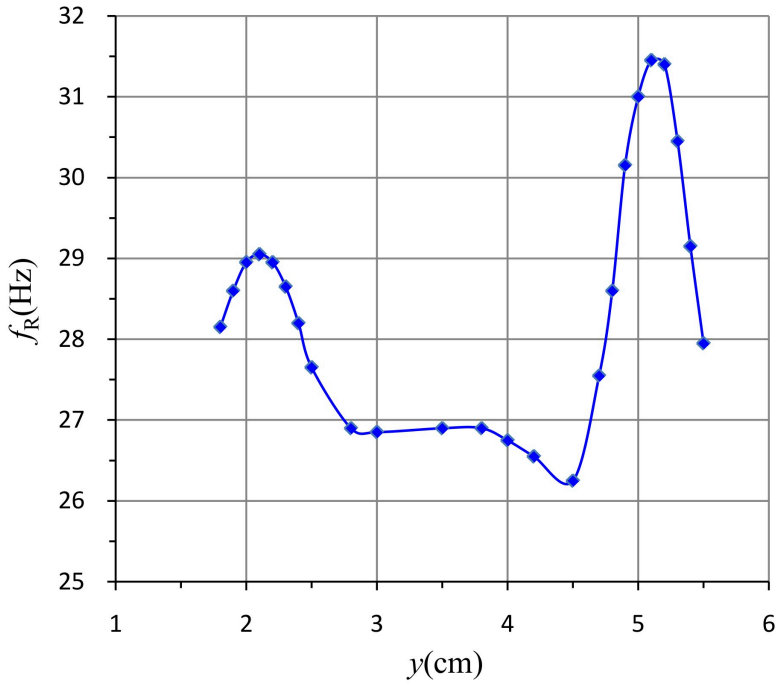
(2) 블랙박스를 긴 선을 따라 옮기면서 리드의 공명 진동수 f_R의 변화를 관찰해 M_B의 위치를 찾으시오. 잰 거리 y와 그에 해당하는 공명 진동수 f_R를 데이터 표에 기록하시오.

y(cm)	f_R(Hz)
5.50	27.95
5.40	29.15
5.30	30.45
5.20	31.40
5.10	31.45
5.00	31.00
4.90	30.15
4.80	28.60
4.70	27.55
4.50	26.25
4.20	26.55
4.00	26.75
3.80	26.90
3.50	26.90
3.00	26.85

y(cm)	f_R(Hz)
2.80	26.90
2.50	27.65
2.40	28.20
2.30	28.65
2.20	28.95
2.10	29.05
2.00	28.95
1.90	28.60
1.80	28.15

풀이

(3) 모눈종이에 y의 함수로 f_R를 그려 자석 M_B의 위치를 정하시오. 그래프의 y축에 자석 M_A와 M_B의 위치를 표시하고, $\overline{AB}$의 값을 답안지에 적으시오.

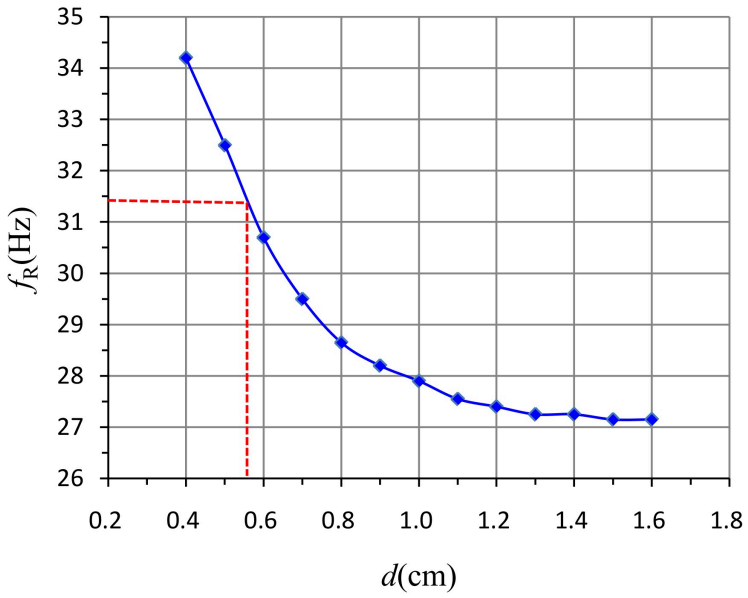


두 극대점 사이의 거리는 5.1 − 2.1 = 3.0 cm이다.

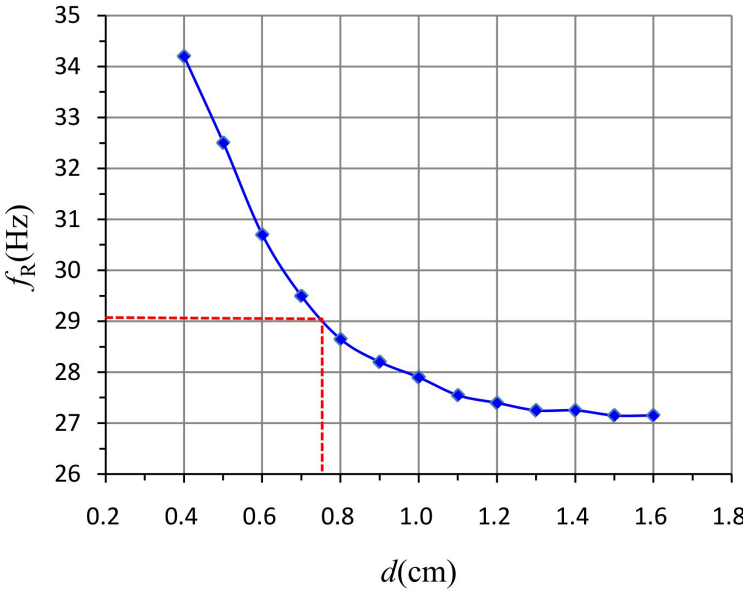
$\overline{AB}$ = 3.0 cm

풀이

(4) 실험 I-B의 결과를 써서 블랙박스 윗면으로부터 자석 M_A와 M_B의 깊이 d_A와 d_B를 정하시오. d_A와 d_B의 값을 답안지에 적으시오.



$$d_A = d - (z_0 - z_{box}) = 0.56 - 0.40 = 0.16 \text{ cm}$$

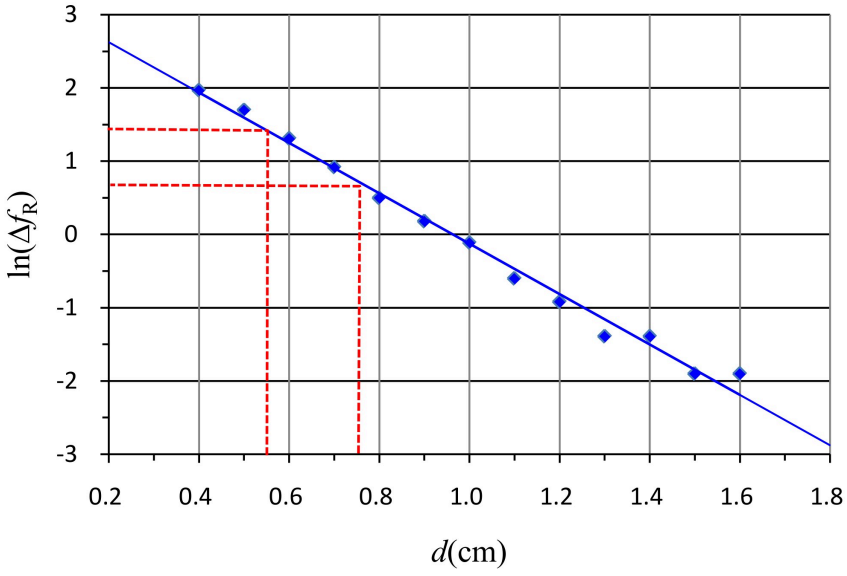


$$d_B = d - (z_0 - z_{box}) = 0.75 - 0.40 = 0.35 \text{ cm}$$

$d_A = 0.16$ cm	$d_B = 0.35$ cm

풀이

다른 방법으로,



M_A :

$\ln(\Delta f_R) = \ln(31.4 - 27.0) = 1.48$

$\Rightarrow\ d = 0.56$ cm

$\Rightarrow\ d_A = d - (z_0 - z_{box}) = 0.56 - 0.40 = 0.16$ cm

M_B :

$\ln(\Delta f_R) = \ln(29.1 - 27.0) = 0.74$

$\Rightarrow\ d = 0.75$ cm

$\Rightarrow\ d_A = d - (z_0 - z_{box}) = 0.75 - 0.40 = 0.35$ cm