

令和6年度

目黒日本大学中学校

入学試験問題

算 理

試験時間 70分

注意事項

- 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけません。
- この問題冊子は、全部で14ページあります。
- 解答用紙は、問題冊子の中にはさんであります。試験開始の合図がありましたら、解答用紙を取り出してください。
- 解答はすべて解答用紙の決められた欄^{らん}に記入してください。
- 円周率を使う場合は3.14で計算してください。
- 試験中に質問がある場合は、手を挙げて監督者^{かんとくしや}に知らせてください。
- 試験終了^{りょう}後、監督者の指示にしたがって、問題冊子と解答用紙を提出してください。
- 問題冊子および解答用紙に、受験番号・氏名を記入してください。

受験番号	氏 名

1 次の にあてはまる数を答えなさい。

(1) $2 \times 22 \times 46 =$

(2) $\frac{1}{3 \times 4} + \frac{1}{4 \times 5} + \frac{1}{5 \times 6} + \frac{1}{6 \times 7} =$

(3) $3.14 \text{ m} - 0.5 \text{ cm} - 2357 \text{ mm} + 0.002 \text{ km} =$ cm

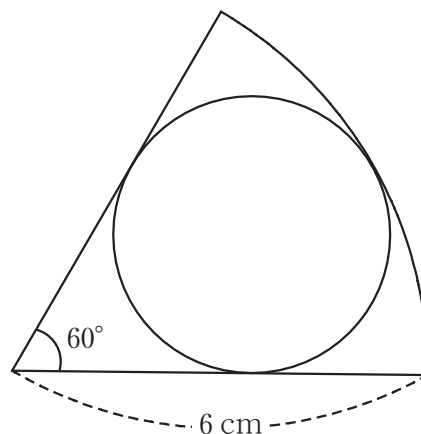
(4) 12 % の食塩水 400 g に g の水を入れると、8 % の食塩水になります。

(5) 対角線が 14 本である正多角形の内角の和は 度です。

(6) 2024 の約数の中で最も大きい奇数は です。

(7) 縮尺 $\frac{1}{20000}$ の地図上で 12.5 cm である距離を分速 250 m の自転車で走ると、
 分かかります。

(8) 下の図のように、半径が 6 cm、中心角が 60° のおうぎ形に円がちょうどおさまっています。この円の面積は cm^2 です。



計 算 用 紙

2 次の問いに答えなさい。ただし、答えだけではなく計算式や考え方を解答用紙にかきなさい。

- (1) 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21 の 8 個の数があります。このうちの 7 個を足してから残りの 1 個を引くと 78 になりました。引いた数を求めなさい。
- (2) 2024 年 2 月 1 日が木曜日であることを参考にして、2024 年 10 月 4 日は何曜日か答えなさい。なお、2024 年は 2 月が 29 日までである「うるう年」です。
- (3) たてと横の長さの比が $1:4$ の長方形 A と、たてと横の長さの比が $4:9$ の長方形 B があります。この 2 つの長方形の面積が等しいとき、長方形 A と長方形 B の周りの長さの比をもっとも簡単な整数の比で表しなさい。

計 算 用 紙

3 次の〔問題〕とそれに関する会話文を読み、問いに答えなさい。

〔問題〕

N を整数とします。28 を N で割ると、商とあまりが等しくなりました。このような N を答えなさい。

A さん なんだか難しそうな問題だね。

B さん 商とあまりが等しいってどういうことかな？

A さん まずは 28 じゃなくて、もう少し小さい数で考えてみようよ。

B さん たとえば 5 を で割ったら、商とあまりがどちらも になるね。

A さん 12 だったらどうなるかな。

B さん 12 を で割ったら、商とあまりがどちらも 2 になるよね。

A さん あっ！12 を で割ったら、商とあまりがどちらも 1 になるよ。

B さん そうだね。あれ？これって…。

A さん 何か気づいたの？

B さん 割られる数と割る数の差が だったら、商とあまりは必ず 1 にならないかな？

A さん 今の〔問題〕は 28 が割られる数だから……。本当だ！

B さん これで〔問題〕の答えがわかったね！

A さん でも、答えはその一つしかないのかな？

B さん 割り算の仕組みから考えてみようか。

A さん 割り算の仕組み？

B さん 28 を N で割ったときの商とあまりを $\blacksquare$ とすると、 $28 = \text{力}$ となるよね。

A さん そうだね。

B さん この式を少し変形して考えられないかな……。

- (1) 文章中の ア ～ オ に当てはまる数を答えなさい。また, カ に当てはまるものを下の (あ) ～ (え) から一つ選び, 記号で答えなさい。

(あ) $N \times \blacksquare - \blacksquare$

(い) $N \times \blacksquare + \blacksquare$

(う) $\blacksquare \times \blacksquare - N$

(え) $\blacksquare \times \blacksquare + N$

- (2) 文章中の [問題] について, N に当てはまる整数をすべて答えなさい。

- (3) M を整数とします。99 を M で割ると, 商とあまりが等しくなりました。このような M をすべて答えなさい。ただし, 答えだけではなく計算式や考え方を解答用紙にかきなさい。

- 4 以下の表はある電気会社の 6 月の料金体系表です。次の問いに答えなさい。

基本料金（1 ヶ月）	一律	1180 円
昼間 電気使用量料金（1 kWh あたり）	0 kWh から 120 kWh まで	20 円
	121 kWh から 300 kWh まで	25 円
	301 kWh 以上	30 円
夜間 電気使用量料金（1 kWh あたり）	一律	15 円

電気使用量 [kWh] は以下の式で求めることができます。

$$\frac{\text{（電化製品の 1 時間あたりの消費電力）}}{\text{[kW]}} \times \frac{\text{（何時間使ったか）}}{\text{[h]}}$$

1 ヶ月の電気代 [円] は以下の式で求めることができます。

$$\frac{\text{（基本料金）}}{\text{[円]}} + \left\{ \frac{\text{（電気使用量）}}{\text{[kWh]}} \times \frac{\text{（1 kWh あたりの電気使用量料金）}}{\text{[円]}} \right\} \text{の合計}$$

【例】 130000 Wh は、130 kWh です。

昼間だけで 130 kWh の電気を使用すると、「 $120 \times 20 + 10 \times 25$ 」という計算式となり、電気使用量料金は 2650 円となります。

- (1) 1 時間あたりの消費電力が 2000 W のエアコンを 1 日 7 時間（昼間）使用しました。これを 30 日間続けたとき、6 月の料金体系表で考えると、エアコンの電気使用量料金はいくらになるか答えなさい。
- (2) 6 月は 1 ヶ月の電気使用量が 460 kWh で、電気代が 10380 円でした。7 月は昼間、夜間の電気使用量は 6 月と全く同じでしたが、燃料コストが上がったため、電気代は 14060 円でした。基本料金は上がりず、それ以外の料金が同じ割合で上がったとき、7 月の夜間の 1 kWh あたりの電気使用量料金は 6 月に比べいくら上がったか答えなさい。
- (3) (2) のとき、7 月の夜間の電気使用量を答えなさい。ただし、答えだけではなく計算式や考え方を解答用紙にかきなさい。

計 算 用 紙

5 次の会話文を読み、(1)～(5)の問いに答えなさい。

生徒 先生、質問です。なぜ人間は風邪^{かぜ}をひくと体温が上がるのですか。

先生 良い質問ですね。それは人間の免疫力^{めんえきりょく}を高めるためなんですよ。人間の体には免疫機能が備わっていて、体温を上げることで活発にはたらくようになるのです。また、発熱^{はつねつ}することで病原体^{びんげんたい}の増殖^{ぞうしよく}を防ぐ効果もあります。そのため発熱することは決して悪いことではないのです。

生徒 なるほど、人間の体はうまくできているんですね。

先生 そうですね。これ以外にも人間の体内では様々な反応が起きています。例えば食べ物に含まれる特定の物質を体内に吸収しやすくするために、別の物質に分解する反応があります。このとき、分解される物質を基質^{きしつ}、分解する物質を酵素^{こうそ}といいます。酵素には基質特異性^{とくいせい}という性質があり、ある決まった基質としか反応しません。簡単にいうと酵素の凹凸^{おうとつ}にちょうど合う基質しか分解できないのです。これを表すと図1のようになります。

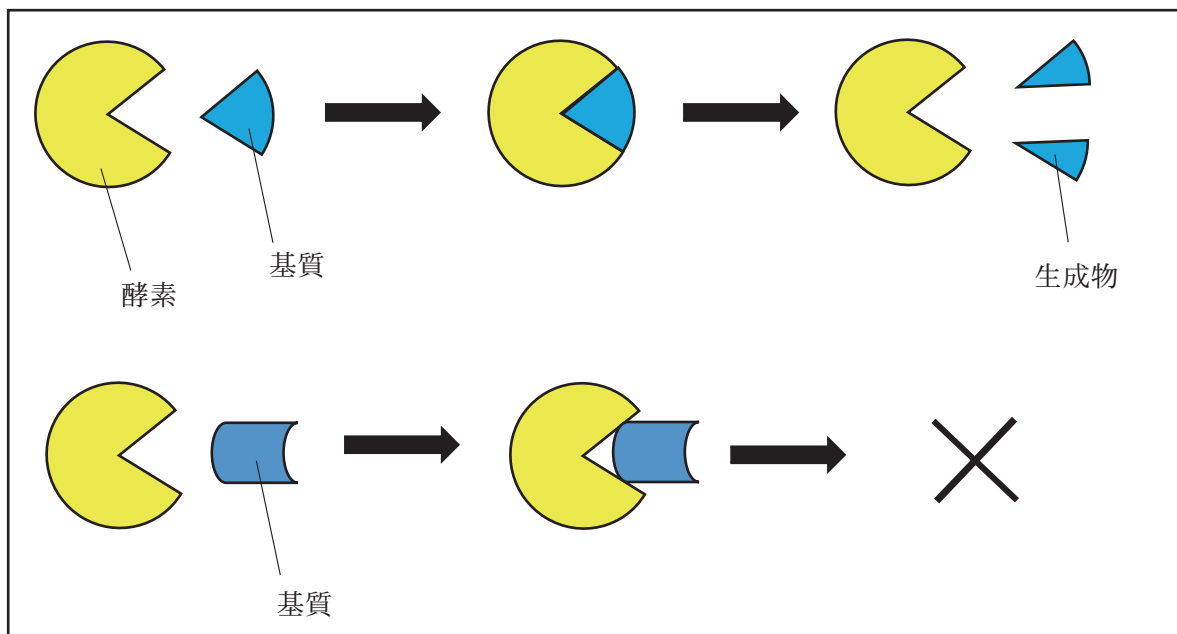


図1 酵素による基質の分解と基質特異性

先生 また、次の図2、図3を見てください。これは体内の様々な環境における酵素のはたらきを表したものです。pHが0に近づくほど酸性が強くなり、14に近づくほどアルカリ性が強くなります。

生徒 酵素によってそれぞれ特徴^{とくちょう}があるんですね。例えば図3のペプシンはpHが低い環境でよくはたらくので、私たちの胃に存在するということですね。

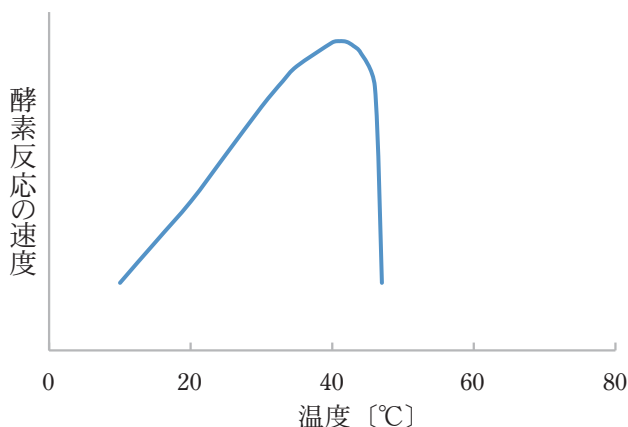


図2 酵素反応の速度と温度の関係

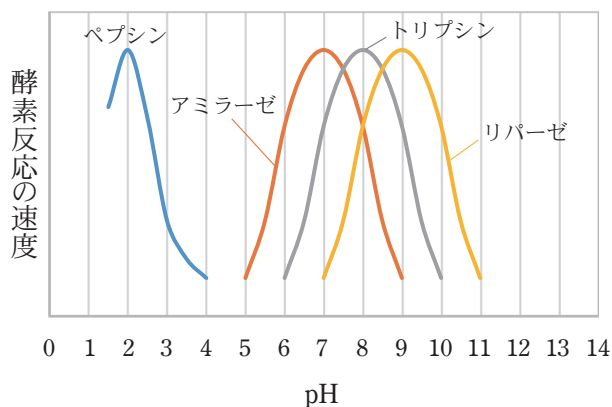


図3 酵素反応の速度と pH の関係

先生 その通りです。各酵素は存在する環境で最もよくはたらくという特徴がありますからね。ただ、注目してもらいたいポイントはもう一つあります。温度上昇に伴い酵素反応の速度は上昇していますが、ある温度を境に反応が急激に低下しています。これは酵素がタンパク質でできていることが原因です。

生徒 なるほど、お肉を焼くと縮んでしまうように、酵素に熱を加え過ぎると（ A ）から酵素反応の速度が低下するのですね。

先生 その通りです。よくわかりましたね。これを変性といい、変性により酵素のはたらきが失われることを失活といいます。これは熱のほかに pH の変化、重金属との接触でも起こります。 …（続く）

（1）（ A ）には、酵素に熱を加えることで生じる酵素の変化を説明する文章が入ります。図1を参考に、その変化を簡単に説明しなさい。

…（続き）

先生 せっかくなのでもう少し踏み込んで考えてみましょう。ある酵素 E と基質 S が結合し、複合体 ES を経て、生成物 P ができるものとします。これを次の①式のように表します。複合体 ES は再び酵素 E と基質 S に戻る場合がありますので、両矢印となっています。



① 式だけではわかりにくいので図4にこれらの反応を描き表しますね。

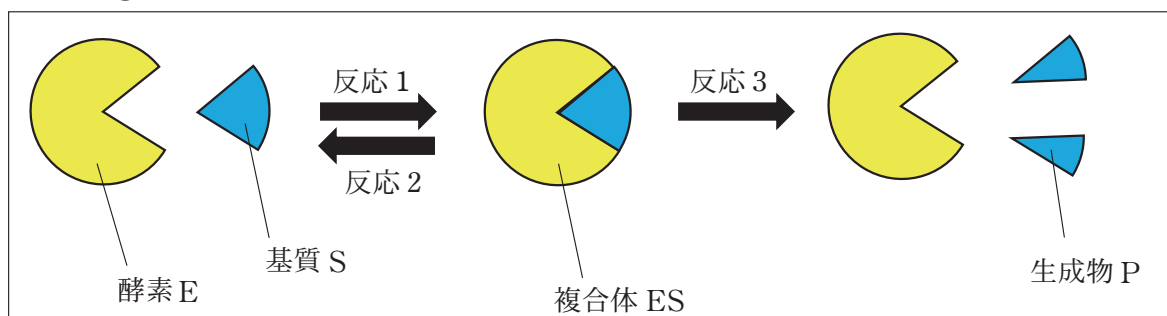


図4 酵素による基質の分解反応の様子

先生 例えば、ある酵素 E と基質 S が一定時間反応した結果を図 5 に示します。この場合、0 ～ 20 分間の基質 S の濃度変化の平均の速さ [mM/分] は、(B) [mM/分] となります。

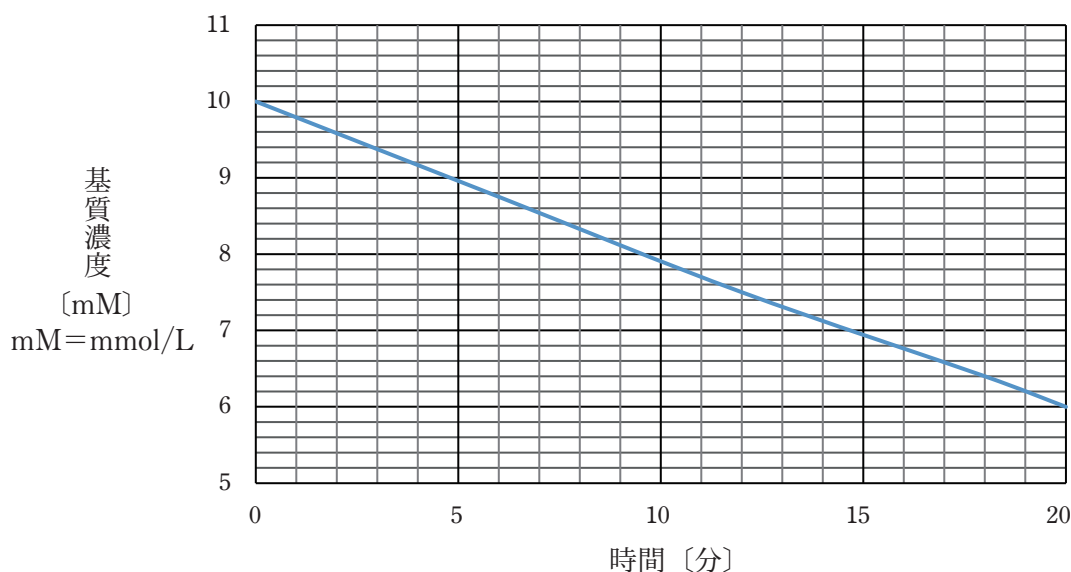


図 5 基質濃度の時間変化

(2) (B) に適する値を答えなさい。

先生 しかし、実際はもう少し複雑です。小学生には難しいですが、参考程度に図 4 の反応 1 ～ 3 の反応速度をそれぞれ以下に示しておきますね。

反応 1 の反応速度 V_1 $V_1 = k_1 \times [E] \times [S]$ (k_1 は反応速度定数) …… ②

反応 2 の反応速度 V_2 $V_2 = k_2 \times [ES]$ (k_2 は反応速度定数) …… ③

反応 3 の反応速度 V_3 $V_3 = k_3 \times [ES]$ (k_3 は反応速度定数) …… ④

※ [E]：酵素 E の濃度 [S]：基質 S の濃度 [ES]：複合体 ES の濃度

反応速度定数：それぞれに決まった値

先生 さて、実際には酵素濃度 [E] に対して基質濃度 [S] が高い場合がほとんどなので、次のことが考えられます。

- ・ 酵素 E は基質 S とすぐさま結合し、複合体 ES になる。
- ・ 複合体 ES が酵素 E と基質 S に離れる反応も起こる。
- ・ 複合体 ES が生成物 P と酵素 E になったとしても、酵素 E はすぐさま過剰にある基質 S と結合し、複合体 ES となる。

これらのことから図 6 の (C) のとき以外、複合体濃度 [ES] は常に一定であると考えられます。ちなみに、この反応 1 の速度と反応 2 の速度が同じ状態を平衡状態へいこうじょうたいといいます。また、複合体 ES は生成物 P と酵素 E になる反応 (反応 3) も考

えられます。よって、この状態を平衡状態と区別して定常状態^{ていじょうじょうたい}といいます。

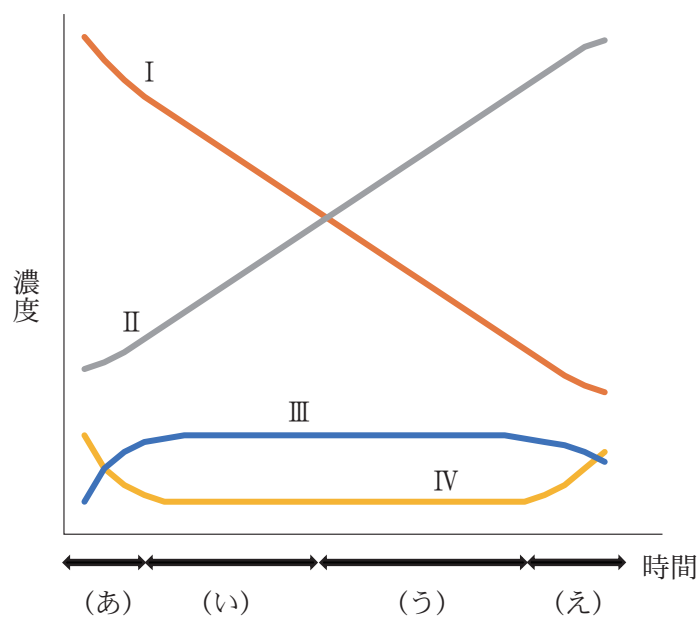


図6 酵素 E, 基質 S, 複合体 ES, 生成物 P の濃度と反応時間の関係

(3) 図6における I～IVは、酵素 E, 基質 S, 複合体 ES, 生成物 P のいずれかの濃度変化を表しています。I～IVに適する物質を、それぞれ E, S, ES, P で答えなさい。

(4) (C) には、複合体濃度 [ES] が常に一定ではないときの時間が入ります。
図6の時間 (あ)～(え) からすべて選び、記号で答えなさい。

先生 ここから先は、複雑な処理が必要となりますので省略しますが、最終的にこれらの反応速度式は次の⑤式のようにまとめられます。

$$V = \frac{V_{\max} \times [S]}{K_m + [S]} \quad \cdots \text{⑤}$$

$$\ast K_m = \frac{k_2 + k_3}{k_1}, \quad V_{\max} : \text{生成物 P の限界生成速度}$$

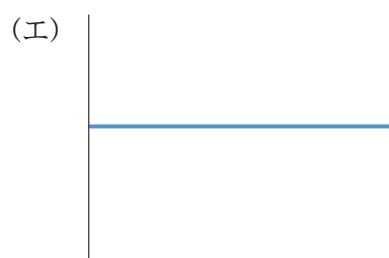
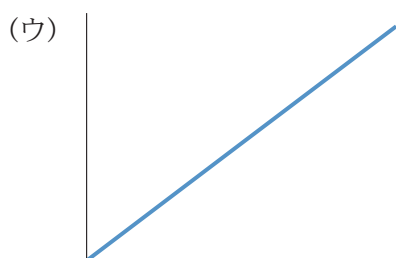
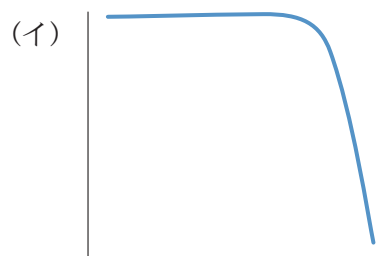
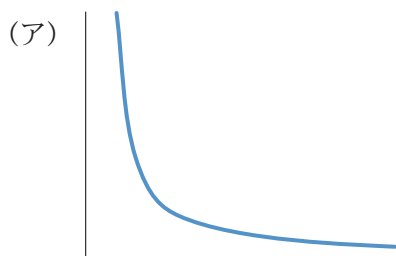
先生 V は生成物 P の生成速度、 K_m はミカエリス定数を表します。この⑤式は、この式を導いた人物たちの名にちなんでミカエリス・メンテンの式といいます。

この⑤式について考えてみます。基質濃度 $[S]$ が K_m に対してかなり大きいとき、 V は $V_{\max}$ となります。ちなみに、基質濃度 $[S]$ が K_m に対してかなり小さいとき、次の⑥式となります。

$$V = \frac{V_{\max}}{K_m} \times [S] \quad \cdots \text{⑥}$$

生徒 なるほど、つまり⑥式をグラフで表すと（D）のようになるのですね。

（5）（D）に最も適するグラフを、下の（ア）～（エ）から1つ選び、記号で答えなさい。ただし、すべてのグラフのたて軸は生成物 P の生成速度 V 、横軸は基質濃度 $[S]$ を表しています。



先生 その通りです。さて、⑤式において $[S] = K_m$ となるとき V を求めると、図7の $V_{\max}$ の半分の値となります。すなわち、ミカエリス定数 K_m は、最大速度 $V_{\max}$ の半になるときの基質濃度 $[S]$ と等しくなるということです。

これを図に表すと図7のようになります。この K_m を求めることは、私たちの体内で起きる酵素反応を理解するために、とても役に立ちます。

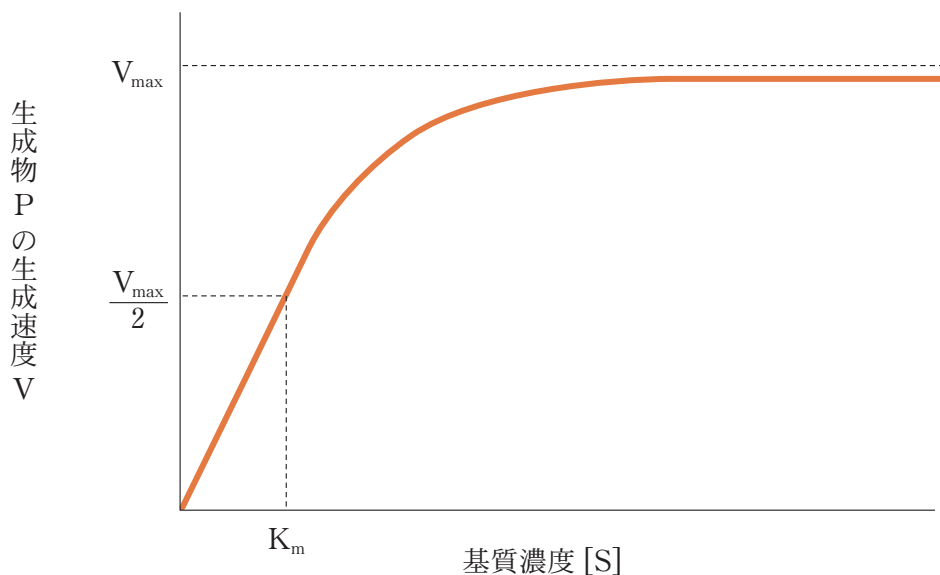


図7 生成物 P の生成速度 V と基質濃度 $[S]$ の関係

生徒 なるほど、とても難しい話ですが勉強になりました。ありがとうございます。

以下余白

