

## Pracownia biochemiczna – arkusz zadań

Czas: 90 min.

Łączna liczba punktów do zdobycia: 30

**Na tej pracowni wyjątkowo odpowiedzi na zadania należy udzielić na osobnym arkuszu odpowiedzi.**

Drodzy uczestnicy!

- W trakcie egzaminu do wykonania są dwa zadania:  
**Część A** jest zadaniem praktycznym, którego celem jest identyfikacja zawartości trzech próbek zawierających cukry (**21 pkt**);  
**Część B** jest zadaniem teoretycznym, którego celem jest analiza restrykcyjna plazmidu (**9 pkt**).
- Przed przystąpieniem do rozwiązywania zadań przeczytaj wszystkie dostarczone materiały.
- Odpowiedzi należy udzielać jedynie na **karcie odpowiedzi**. Odpowiedzi umieszczone w arkuszu egzaminacyjnym nie będą oceniane.
- Arkusz odpowiedzi należy wypełniać czytelnym pismem (drukowanymi literami), używając długopisu lub pióra z **czarnym atramentem**.
- Upewnij się, że otrzymałeś wszystkie niezbędne materiały i odczynniki do wykonania zadań znajdujące się na załączonej liście. Jeżeli brakuje jakiegokolwiek pozycji, podnieś rękę.
- **Używaj dostarczonych odczynników wg instrukcji. Dodatkowe odczynniki nie będą udostępniane bez względu na okoliczności.**
- Używaj rękawiczek ochronnych.
- Zakończ udzielanie odpowiedzi i odłóż długopis natychmiast po zakończeniu testu. Jeśli skończysz wcześniej, zostań na swoim miejscu do końca trwania egzaminu.
- W celu zapewnienia zakończenia egzaminu w ciągu 90 minut został wyznaczony ostateczny moment przekazania próbek do pomiaru absorbancji. Jest to **75. minuta** od czasu rozpoczęcia egzaminu.

## Materiały i sprzęt

materiał	etykieta	ilość	opakowanie
Próbka A	Próbka A	1 (200 µl)	Probówka typu Eppendorf
Próbka B	Próbka B	1 (200 µl)	probówka typu Eppendorf
Próbka C	Próbka C	1 (200 µl)	probówka typu Eppendorf
β-galaktozydaza, przechowywać w lodzie	β-gal	1 (150 µl)	probówka typu Eppendorf
Pięciokrotnie stężony (5×) bufor reakcyjny	BUFOR 5×	2 (1,1 ml)	probówka typu Eppendorf
Enzymy i substrat do wykrywania glukozy	Enzymy i substrat	1 (7 ml)	Probówka typu Falcon (15 ml)
Woda dejonizowana	WODA DEJON.	1 (20 ml)	butelka

Wszystkie odczynniki w probówkach są umieszczone w plastikowym pudełku z przegródkami lub w statywie. Enzym β-galaktozydaza znajduje się w styropianowej misce z lodem.

sprzęt	liczba	jednostka
Wstrząsarka typu vortex	1	sztuka
Łaźnia sucha (termoblok)	1	sztuka (na 4 lub dwóch uczestników)
Pipety automatyczne 10-100 µl i 100-1000 µl z zestawem końcówek	1	zestaw
Probówki 2 ml typu Eppendorf (w torebce)	7	sztuka
Kuwety spektrofotometryczne (w torebce)	7	sztuka
Statyw na próbówki typu Eppendorf	1	sztuka
Statyw na próbówki typu Falcon	1	sztuka
Statyw na kuwety spektrofotometryczne	1	sztuka
Stoper	1	sztuka
Kalkulator	1	sztuka
Długopis	1	sztuka
Marker do podpisywania probówek	1	sztuka
Linijka	1	sztuka
Pojemnik na odpady	1	sztuka
Ręczniki papierowe	1	rolka
Rękawiczki	1	para
Fartuch ochronny	1	sztuka

### Instrukcja obsługi stopera:

Do ustawiania czasu służą dwa przyciski oznaczone MIN i SEC, oznaczające odpowiednio minuty i sekundy. Do uruchomienia i zatrzymania stopera służy przycisk STOP|START. W celu zresetowania stopera należy przy zatrzymanym odliczaniu wcisnąć jednocześnie przyciski MIN i SEC. Stoper może odliczać czas „w górę” i „w dół”. Aby stoper odliczał czas „w górę” należy nacisnąć przycisk STOP|START, gdy na wyświetlaczu znajdują się cyfry 00:00. Stoper będzie liczył czas, aż do jego zatrzymania przyciskiem STOP|START. Do odliczania „w dół” najpierw należy ustawić za pomocą przycisków MIN i SEC czas, a następnie wcisnąć przycisk STOP|START. Stoper będzie odliczał czas do 00:00, a następnie uruchomi sygnał dźwiękowy. Wyłączenie sygnału dźwiękowego odbywa się poprzez naciśnięcie przycisku STOP|START.

## **Część A. Identyfikacja zawartości trzech próbek zawierających cukry (21 pkt)**

### *Wprowadzenie*

W próbkach podpisanych: Próbka A, Próbka B, Próbka C znajdują się roztwory cukrów: glukozy, sacharozy albo laktozy. W każdej z próbek znajduje się tylko jeden związek. Twoim zadaniem jest zidentyfikowanie cukru znajdującego się w każdej z próbek. W tym celu masz do dyspozycji enzym  $\beta$ -galaktozydazę, który hydrolizuje laktozę do glukozy i galaktozy, oraz zestaw enzymów i substrat umożliwiający wykrycie glukozy. W obecności glukozy w roztworze w wyniku reakcji enzymatycznej powstaje barwny produkt, którego obecność można stwierdzić poprzez pomiar absorpcji próbki za pomocą spektrofotometru.

Spektrofotometr mierzy absorpcję próbki, a wynik podaje w jednostkach absorbancji. Zgodnie z prawem Lamberta-Beera znając wartość absorbancji, można wyznaczyć stężenie molowe badanej substancji:

$$A = \varepsilon Cl$$

gdzie: A – absorbancja roztworu przy danej długości fali [jednostka bezwymiarowa]

$\varepsilon$  – milimolowy współczynnik absorpcji dla danego związku przy danej długości fali [ $\text{mM}^{-1}\text{cm}^{-1}$ ]

C – milimolowe stężenie substancji w mierzonym roztworze [mM]

l – długość drogi fali świetlnej przechodzącej przez roztwór [cm]. Jeżeli wartość ta nie jest podana, to domyślnie jest to 1 cm.

### **Zadanie A.1 (13 pkt)**

Zaplanuj eksperyment pozwalający na identyfikację składu próbek A, B i C w oparciu o dostępne materiały i odczynniki. Uzupełnij Tabelę 1 na karcie odpowiedzi w celu wskazania składników mieszaniny reakcyjnej. Uwzględnij poniższe informacje:

- 1) Końcowe stężenie buforu reakcyjnego powinno wynosić  $1\times$ .
- 2) Enzym  $\beta$ -galaktozydazę dodaje się 50  $\mu\text{l}$  na próbę.
- 3) Enzymy i substrat do wykrywania glukozy dodaje się 1 ml na próbę.
- 4) Do reakcji należy dodać po 100  $\mu\text{l}$  badanej próbki (A, B, C).
- 5) Końcowa objętość mieszaniny reakcyjnej to 1,5 ml.

Następnie przeprowadź eksperyment, korzystając z instrukcji znajdującej się na następnej stronie.

### **Zadanie A.2 (6 pkt)**

Na podstawie wyników eksperymentu zidentyfikuj zawartość każdej z próbek. Odpowiedź uzasadnij.

### **Zadanie A.3 (2 pkt)**

Stosując wzorcowe roztwory glukozy sporządzono krzywą wzorcową z zastosowaniem identycznej metody jak opisana powyżej. Wiedząc, że 0,1  $\mu\text{mol}$  glukozy wykazuje absorbancję 0,25, oraz że krzywa wzorcową wykazuje liniowość w zakresie absorbancji 0,02–0,6 oblicz stężenie molowe cukrów w badanych próbkach.

### **Instrukcja do części A**

1. Podpisz 7 plastikowych probówek typu Eppendorf o pojemności 2 ml: P0–P6 i przygotuj mieszaniny reakcyjne wg Tabeli nr 1 na karcie odpowiedzi.
2. Wymieszaj probówki na wstrząsarce typu vortex.
3. Umieść probówki w suchej łaźni (termoblok) o temperaturze 37 °C na 20 minut. Termobloki znajdują się na krawędziach stołów przy zlewach (1 termoblok przypada na 4 lub 2 uczestników).
4. Po upływie wymaganego czasu wyjmij probówki z termobloku i przenieś ich zawartość do podpisanych kuwet spektrofotometrycznych (kuwety podpisuje się tuż poniżej ich górnej krawędzi). Kuwety umieść w podpisanym numerem uczestnika statywie i podnieś rękę w celu przekazania próbek asystentowi.  
Asystenci zmierzają wartości absorbancji próbek P1–P6 przy długości fali świetlnej 420 nm wobec próby P0. Uzyskane wyniki zostaną wklejone w odpowiednim miejscu w karcie odpowiedzi.

**W trakcie inkubacji prób (20 minut) przystąp do rozwiązywania części B egzaminu.**

## **Część B. Analiza restrykcyjna plazmidu (9 pkt)**

**Rozwiązanie poniższego zadania należy rozpocząć po rozpoczęciu inkubacji w 37 °C próbek z Części A.**

### *Wprowadzenie*

Jednym z enzymów wykorzystywanych w części A dzisiejszego egzaminu jest  $\beta$ -galaktozydaza. Stosując metody inżynierii genetycznej, możemy wyprodukować ten enzym w dużych ilościach w komórkach bakteryjnych. Jednym z pierwszych etapów tego procesu jest uzyskanie zrekombinowanego plazmidu ekspresyjnego zawierającego gen kodujący  $\beta$ -galaktozydazę (*lacZ*). Sekwencja genu *lacZ* została namnożona techniką PCR, a dzięki zmodyfikowanym sekwencjom starterów PCR (z ang. primerów PCR) na obu końcach genu *lacZ* dodano miejsca restrykcyjne dla enzymu SmaI. Miejsce restrykcyjne dla enzymu SmaI znajduje się również w plazmidzie ekspresyjnym pUC19, tuż za promotorem, co umożliwi wstawienie genu do plazmidu. Proces ten (ligacja) może odbyć się na dwa sposoby: gen może wstawić się w orientacji 5'-3', czyli „pod promotorem” (konstrukt prawidłowy) oraz w orientacji odwrotnej (konstrukt nieprawidłowy).

**Twoim zadaniem jest zaplanowanie eksperymentu, który pozwoli sprawdzić czy gen *lacZ* został wstawiony do plazmidu pUC19 we właściwej orientacji („pod promotorem”).** Na rycinie 1 (znajdującej się na następnej stronie) zamieszczono schematy z zaznaczonymi pozycjami (położeniem) miejsc restrykcyjnych dla enzymów SmaI, Aval oraz BsmAI w genie *lacZ* (o długości 3200 pz) oraz wektorze plazmidowym pUC19 (o długości 3000 pz). Do dyspozycji masz enzymy restrykcyjne (SmaI, Aval oraz BsmAI) oraz zestaw do elektroforezy DNA.

### **Zadanie B.1 (3 pkt)**

Który enzym należy wybrać do analizy restrykcyjnej umożliwiającej rozróżnienie powstałych produktów ligacji? Odpowiedź uzasadnij.

### **Zadanie B.2 (4 pkt)**

Jakiej liczby i wielkości fragmentów DNA się spodziewasz po trawieniu obu wariantów konstruktów plazmidowych wybranym w zadaniu B.1 enzymem?

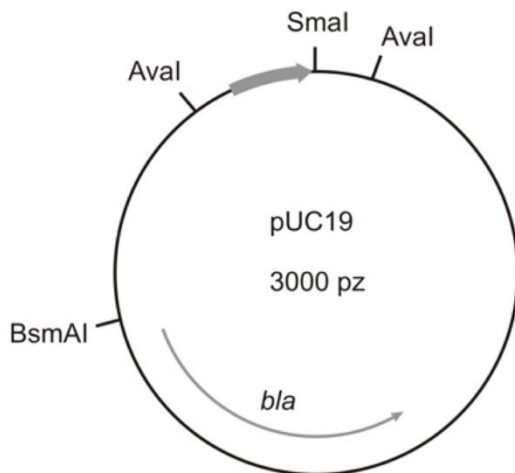
### **Zadanie B.3 (2 pkt)**

Narysuj schematyczny spodziewany obraz fragmentów DNA po rozdiale elektroforetycznym w żelu agarozowym produktów trawienia dla obu wariantów konstruktów.



**Gen *lacZ*** (3200 pz)

Enzym:	Pozycja:
SmaI	1
BsmAI	1600
AvaI	3000
SmaI	3200



**Plazmid pUC19** (3000 pz)

Enzym:	Pozycja:
SmaI	1
AvaI	50
BsmAI	1800
AvaI	2300

*bla* - gen warunkujący oporność na ampicilinę

➔ - promotor

Rycina 1. Pozycje (położenie) miejsc restrykcyjnych dla enzymów SmaI, Aval oraz BsmAI w genie *lacZ* (3200 pz) oraz wektorze plazmidowym pUC19 (3000 pz).

## Pracownia biochemiczna – karta odpowiedzi

Liczba punktów <small>(wypełnia KGOB)</small>	/ 30
--	------

PESEL										Imię i nazwisko										Grupa				Nr
																				Czerwona	Niebieska	Zielona	Żółta	

Zaznacz znakiem X swoją grupę

### Część A. Identyfikacja zawartości trzech próbek zawierających cukry (21 pkt)

#### Zadanie A.1 (13 pkt)

Tabela 1. Schemat doświadczenia pozwalający na identyfikację składu próbek A, B i C (7 pkt)								
Lp.	Odczynniki	P0 (próba ślepa)	P1	P2	P3	P4	P5	P6
1.	Próbka A [ $\mu$ l]							
2.	Próbka B [ $\mu$ l]							
3.	Próbka C [ $\mu$ l]							
4.	$\beta$ -galaktozydaza [ $\mu$ l]							
5.	5x bufor reakcyjny [ $\mu$ l]							
6.	Enzymy i substrat do wykrywania glukozy [ml]							
7.	Woda dejonizowana [ $\mu$ l]							
8.	Końcowa objętość [ml]	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

Ciąg dalszy **zadania A.1** (miejsce na wklejenie wyniku pomiaru absorbancji) na następnej stronie.

Pomiary absorbancji (6 pkt)

Tutaj przyklej wyniki pomiarów absorbancji

**Zadanie A.2 (6 pkt)**

Wskaż zawartość każdej z próbek (po 1 pkt) oraz podaj uzasadnienie (po 1 pkt) (odpowiedź proszę wpisać drukowanymi literami).

W próbce A znajduje się:

	<b>Glukoza</b>	<b>Sacharoza</b>	<b>Laktoza</b>
Próbka A	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Uzasadnienie:

.....

.....

.....

.....

Ciąg dalszy **zadania A.2** na następnej stronie.



W próbce B znajduje się:

	Glukoza	Sacharoza	Laktoza
Próbka B	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Uzasadnienie:

.....

.....

.....

.....

W próbce C znajduje się:

	Glukoza	Sacharoza	Laktoza
Próbka C	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Uzasadnienie:

.....

.....

.....

.....

**Zadanie A.3 (2 pkt)**

	Wartość	Jednostka
Stężenie glukozy w badanej próbce		
Stężenie laktozy w badanej próbce		

**Część B.** Analiza restrykcyjna plazmidu (9 pkt)

**Zadanie B.1 (3 pkt)**

Który enzym należy wybrać do analizy restrykcyjnej umożliwiającej rozróżnienie powstałych produktów ligacji? Odpowiedź uzasadnij.

Enzym	Czy przydatny w rozróżnieniu produktów ligacji?		Uzasadnienie
	<input type="checkbox"/> TAK	<input type="checkbox"/> NIE	
SmaI	<input type="checkbox"/> TAK	<input type="checkbox"/> NIE	..... ..... ..... .....
AvaI	<input type="checkbox"/> TAK	<input type="checkbox"/> NIE	..... ..... ..... .....
BsmAI	<input type="checkbox"/> TAK	<input type="checkbox"/> NIE	..... ..... ..... .....

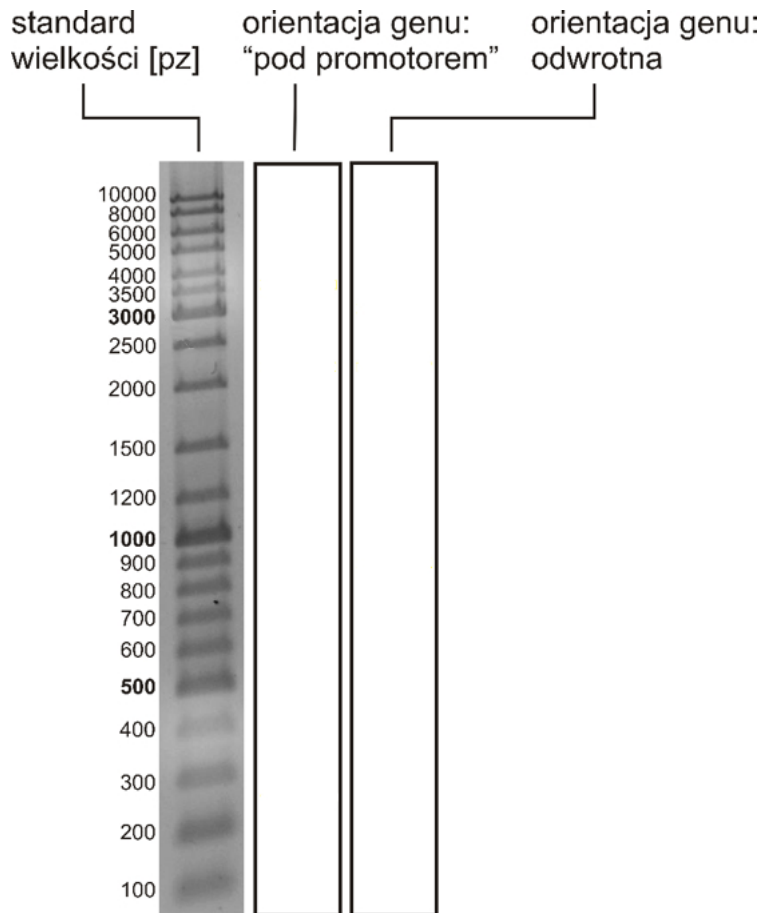
**Zadanie B.2 (4 pkt)**

Jakiej liczby i wielkości fragmentów DNA należy się spodziewać po trawieniu obu wariantów konstruktów plazmidowych wybranym w zadaniu B.1 enzymem?

		Wariant konstruktów	
Enzym: zaznacz enzym wybrany w zad. B.1	<input type="checkbox"/> SmaI	Orientacja genu: „pod promotorem”	Orientacja genu: odwrotna
	<input type="checkbox"/> AvaI		
	<input type="checkbox"/> BsmAI		
Liczba fragmentów			
Wielkość fragmentów [pz] (kolejność wg rosnącej liczby pz)			

**Zadanie B.3 (2 pkt)**

Narysuj schematyczny spodziewany obraz fragmentów DNA po rozdiale elektroforetycznym w żelu agarozowym produktów trawienia dla obu wariantów konstruktów.



## 47 Olimpiada Biologiczna

### Pracownia biochemiczna – zasady oceniania rozwiązań zadań

**Część A.** Identyfikacja zawartości trzech próbek zawierających cukry (0–21 pkt)

#### **Zadanie A.1 (0–13 pkt)**

Tabela 1 (0–7 pkt)

- 3 pkt – za poprawne wykorzystanie  $\beta$ -galaktozydazy do identyfikacji próbek A, B, C (po 1 pkt za próbkę). Dla każdej z próbek (A, B, C) należy przeprowadzić dwie reakcje wykrywające glukozę: w nieobecności i z dodatkiem  $\beta$ -galaktozydazy.
- 1 pkt – za prawidłowe wykonanie próby ślepej (bez dodatku badanej próbki i  $\beta$ -galaktozydazy)
- 1 pkt – za poprawne obliczenie ilości dodawanego buforu reakcyjnego do każdej z prób.
- 1 pkt – za poprawne obliczenie ilości dodawanej wody dejonizowanej do każdej z prób.
- 1 pkt – za w pełni poprawnie wypełnioną tabelę.
- 0 pkt – za odpowiedzi niespełniające powyższych kryteriów lub brak odpowiedzi.

Pomiar absorbancji (0–6 pkt)

- 1 pkt – za uzyskanie oczekiwanego wyniku pomiaru dla jednej próby spośród P1–P6.
- 0 pkt – za brak lub inny niż oczekiwany wynik pomiaru absorbancji.

*Uwaga: absorbancja w próbach P1, P2 i P5 powinna być bliska wartości 0, w próbach P3 i P4 powinna wynosić ok. 0,2, a w próbce P6 ok. 0,4 (numeracja prób odnosi się do przykładowego rozwiązania). Podczas oceny jest uwzględniana inna, niż podana w przykładowym rozwiązaniu, numeracja prób, o ile uzyskano oczekiwane wartości. Wartości absorbancji dla prób P3, P4 i P6 wyraźnie wyższe niż te zaobserwowane w próbach P1, P2 i P5 są pozytywnie ocenione.*

Przykładowe rozwiązanie:

Lp.	Odczynniki	P0 (próba ślepa)	P1	P2	P3	P4	P5	P6
1.	Próbka A [ $\mu$ l]	0	100	100	0	0	0	0
2.	Próbka B [ $\mu$ l]	0	0	0	100	100	0	0
3.	Próbka C [ $\mu$ l]	0	0	0	0	0	100	100
4.	$\beta$ -galaktozydaza [ $\mu$ l]	0	0	50	0	50	0	50
5.	5 $\times$ bufor reakcyjny [ $\mu$ l]	300	300	300	300	300	300	300
6.	Enzymy i substrat do wykrywania glukozy [ml]	1	1	1	1	1	1	1
7.	Woda dejonizowana [ $\mu$ l]	200	100	50	100	50	100	50
8.	Końcowa objętość [ml]	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

Pomiary absorbancji (6 pkt)

**Prawidłowe wyniki (spodziewane wartości)**

P0 = 0

P1 = 0

P2 = 0

P3 = 0,2

P4 = 0,2

P5 = 0

P6 = 0,4

Tutaj przyklej wyniki pomiarów absorbancji

### Zadanie A.2 (0–6 pkt)

Dla każdej próbki A, B i C:

- 2 pkt – za wskazanie właściwego cukru i prawidłowe uzasadnienie, odwołujące się do możliwości zajścia reakcji pod warunkiem określonego substratu.
- 1 pkt – za wskazanie właściwego cukru bez prawidłowego uzasadnienia odpowiedzi.
- 0 pkt – za odpowiedź niespełniającą powyższych kryteriów lub za brak odpowiedzi.

*Uwaga: zadanie A.2 będzie oceniane, jeżeli na karcie odpowiedzi znajdują się wartości absorbancji (karta pomiaru absorbancji). Prawidłowe uzasadnienie bez podania właściwej nazwy cukru nie będzie uwzględniane.*

Przykładowe rozwiązanie:

W próbce A znajduje się:

	Glukoza	Sacharoza	Laktoza
Próbka A	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Uzasadnienie:

**Sacharoza nie jest substratem dla beta-galaktozydazy ani dla enzymów wykrywających glukozę. Zatem w obu wariantach (z beta-galaktozydazą i bez) absorbancja próbek będzie wynosić zero.**

W próbce B znajduje się:

	Glukoza	Sacharoza	Laktoza
Próbka B	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Uzasadnienie:

**Glukoza jest substratem dla enzymów wykrywających glukozę zatem w obu wariantach (z beta-galaktozydazą i bez) absorbancja próbek będzie powyżej zera.**

W próbce C znajduje się:

	Glukoza	Sacharoza	Laktoza
Próbka C	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Uzasadnienie:

**Laktoza nie jest substratem dla enzymów wykrywających glukozę zatem w wariacie bez beta-galaktozydazy absorbancja będzie wynosić zero. Dodanie beta-galaktozydazy spowoduje hydrolizę laktozy i uwolnienie glukozy, która wejdzie w reakcję z enzymami wykrywającymi glukozę i spowoduje wzrost absorbancji.**

**Zadanie A.3 (0–2 pkt)**

- 2 pkt – za w pełni poprawnie wypełnioną tabelę.
- 1 pkt – za poprawne wypełnienie 1 wiersza.
- 0 pkt – za odpowiedzi niespełniające powyższych kryteriów lub brak odpowiedzi.

Przykładowe rozwiązanie:

	<b>Wartość</b>	<b>Jednostka</b>
Stężenie glukozy w badanej próbce	<b>0,8</b>	<b>mM</b>
Stężenie laktozy w badanej próbce	<b>1,6</b>	<b>mM</b>

*Uwaga: zadanie A.3 będzie oceniane, jeżeli na karcie odpowiedzi znajdują się wartości absorbancji (karta pomiaru absorbancji). Wartości podane w przykładowym rozwiązaniu zostały obliczone wykorzystując oczekiwaną wartość absorbancji przy długości fali 420 nm. Stężenia inne niż 0,8 lub 1,6 mM, poprawnie obliczone na podstawie absorbancji uzyskanych przez uczestnika, są oceniane pozytywnie.*

**Część B.** Analiza restrykcyjna plazmidu (0–9 pkt)

**Zadanie B.1 (0–3 pkt)**

- 1 pkt – za każdy w pełni poprawnie wypełniony wiersz.
- 0 pkt – za odpowiedzi niespełniające powyższych kryteriów lub brak odpowiedzi.

Przykładowe rozwiązanie:

Enzym	Czy przydatny w rozróżnieniu produktów ligacji?		Uzasadnienie
SmaI	<input type="checkbox"/> TAK	<input checked="" type="checkbox"/> NIE	Nie można użyć enzymu SmaI. Enzym ten wytnie wstawiony gen, nie mówiąc nic o orientacji.
AvaI	<input checked="" type="checkbox"/> TAK	<input type="checkbox"/> NIE	Miejsce restrykcyjne AvaI w genie <i>lacZ</i> jest blisko końca genu i po trawieniu wstawki powstaną fragmenty o wyraźnie różnej długości (3000 i 200 pz).
BsmAI	<input type="checkbox"/> TAK	<input checked="" type="checkbox"/> NIE	Nie można użyć enzymu BsmAI. Po trawieniu powstaną fragmenty o identycznej długości dla różnych orientacji wstawki z genem.



**Zadanie B.2 (0–4 pkt)**

- 4 pkt – za poprawne wypełnienie 2 kolumn.
- 2 pkt – za poprawne wypełnienie 1 kolumny.
- 1 pkt – za poprawne wypełnienie jednej komórki w 1 kolumnie.
- 0 pkt – za odpowiedzi niespełniające powyższych kryteriów lub brak odpowiedzi.

*Uwaga: w przypadku błędnego wyboru enzymu w zadaniu B.1. i poprawnie udzielonych odpowiedzi w zadaniu B.2, zostanie przyznana połowa punktów w zadaniu B.2.*

Przykładowe rozwiązanie:

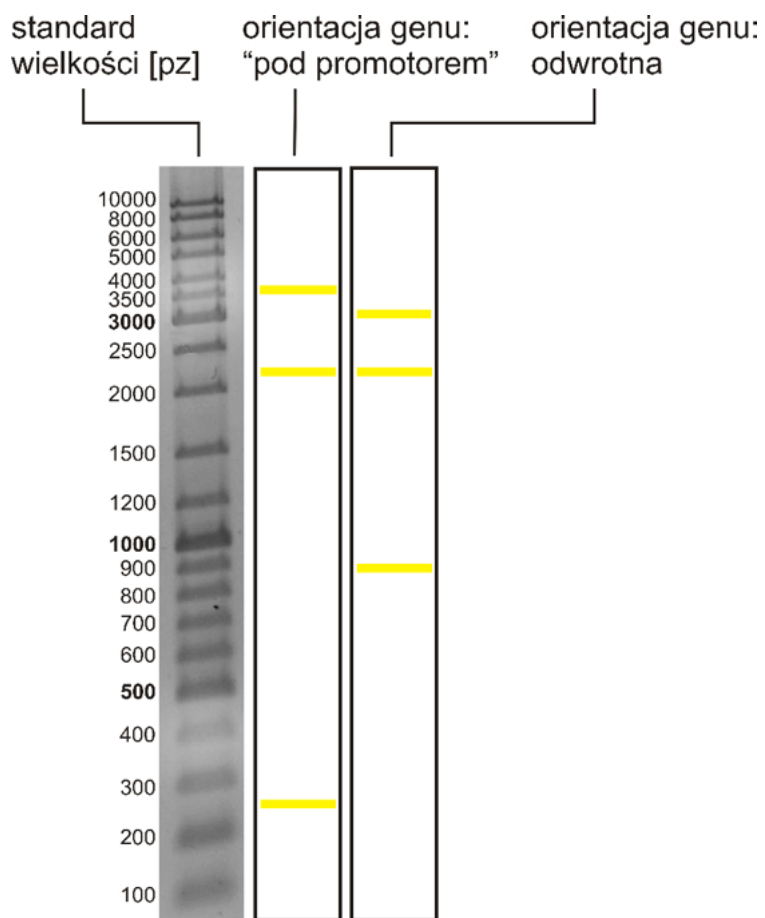
		Wariant konstrukt	
Enzym: zaznacz enzym wybrany w zad. B.1	<input type="checkbox"/> SmaI	Orientacja genu: „pod promotorem”	Orientacja genu: odwrotna
	<input checked="" type="checkbox"/> Aval		
	<input type="checkbox"/> BsmAI		
Liczba fragmentów	<b>3</b>	<b>3</b>	
Wielkość fragmentów [pz] (kolejność wg rosnącej liczby pz)	<b>250, 2250, 3700</b>	<b>900, 2250, 3050</b>	

**Zadanie B.3 (0–2 pkt)**

- 1 pkt – za prawidłowo naszkicowane prążki w 1 ścieżce.
- 0 pkt – za odpowiedzi niespełniające powyższych kryteriów lub brak odpowiedzi.

*Uwaga: Zadanie B.3 jest oceniane w przypadku, gdy wielkości fragmentów DNA w zadaniu B.2 zostały poprawnie obliczone. W przypadku błędnego wyboru enzymu w zadaniu B.1. i poprawnie udzielonych odpowiedzi w zadaniu B.2, zostanie przyznana połowa punktów w zadaniu B.3.*

Przykładowe rozwiązanie:

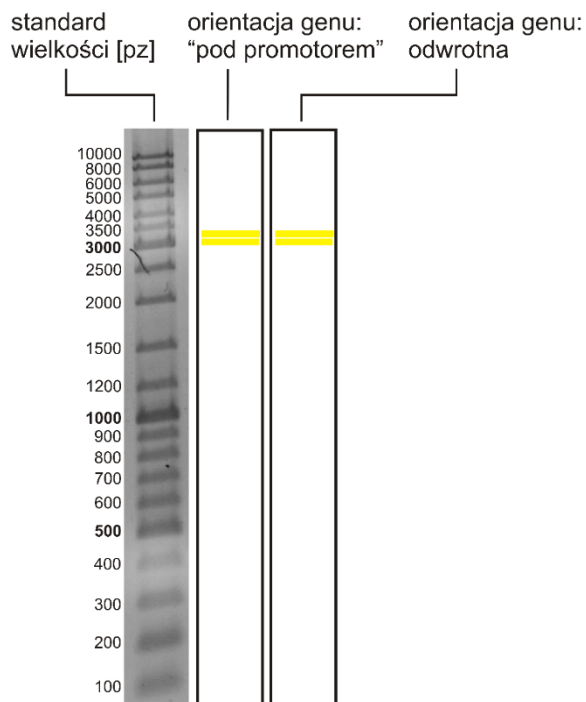


Przykładowe rozwiązania zadań B.2 i B.3 za połowę możliwych do zdobycia punktów (odpowiednio 2 i 1 pkt):

B.2

		Wariant konstrukt	
Enzym: zaznacz enzym wybrany w zad. B.1	<input checked="" type="checkbox"/> SmaI	Orientacja genu: „pod promotorem”	Orientacja genu: odwrotna
	<input type="checkbox"/> Aval		
	<input type="checkbox"/> BsmAI		
Liczba fragmentów		<b>2</b>	<b>2</b>
Wielkość fragmentów [pz] (kolejność wg rosnącej liczby pz)		<b>3000, 3200</b>	<b>3000, 3200</b>

B.3



B.2

		Wariant konstrukt	
Enzym: zaznacz enzym wybrany w zad. B.1	<input type="checkbox"/> SmaI	Orientacja genu: „pod promotorem”	Orientacja genu: odwrotna
	<input type="checkbox"/> AvaI		
	<input checked="" type="checkbox"/> BsmAI		
Liczba fragmentów		<b>2</b>	<b>2</b>
Wielkość fragmentów [pz] (kolejność wg rosnącej liczby pz)		<b>2800, 3400</b>	<b>2800, 3400</b>

B.3

